

บทที่ 3

วิธีการจัดการเรียนรู้สาระชีววิทยา

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาบทเรียนนี้แล้วนักศึกษาควรจะสามารถ

1. อธิบายหลักการของวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง
2. ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระชีววิทยา
3. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัด

ของผู้เรียน

4. เลือกวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาการคิดของผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีคงไม่ใช่วิธีใดวิธีหนึ่งเพียงวิธีเดียวสิ่งสำคัญที่ควรยึดถือในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรอยู่บนพื้นฐานของการใช้หลักการหลายวิธีร่วมกัน จากการสำรวจความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ให้ความเห็นว่าโดยทั่วไปการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะที่เน้นการได้ปฏิบัติและการคิด มีความน่าสนใจ นักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้กลยุทธ์การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

สาระชีววิทยาเป็นสาระหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ที่เป็นหัวใจสำคัญ คือ มุ่งเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การรวบรวมข้อมูล การทดลอง และการสรุปผลเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้จึงเป็นแบบที่ส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาการใน 3 ด้าน คือ

1. ความรู้ ความคิด (Cognitive Domain) คือ ทำให้ผู้เรียนเกิด ความรู้ ความเข้าใจ ถึงขั้นที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ทั้งแก่ตนเองและสังคมได้เป็นอย่างดี
2. ด้านเจตคติและอารมณ์ (Affective Domain) คือ การสร้างความรู้สึที่ดีงามต่อสิ่งที่เป็นสภาพแวดล้อมของตนเอง ไม่มีอารมณ์ที่หวงแหนง่ายมีเหตุผลในการพิจารณาตัดสินปัญหาต่าง ๆ

3. ด้านจิตทักษะ (Psychomotor Domain) คือ ทำให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญในการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น มีความชำนาญในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือทดลองทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ มีทักษะการวัด การเขียนได้ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว เป็นต้น

วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดกับทุกสถานการณ์หรือทุก ๆ เนื้อเรื่องของแต่ละสาระการเรียนรู้นั้นไม่มี ครูผู้สอนจะต้องใช้ดุลยพินิจในการเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ ในสถานการณ์หนึ่ง ๆ หรือเนื้อเรื่องหนึ่ง ๆ ไม่จำเป็นว่าจะใช้เพียงวิธีเดียวโดยตลอด เช่น เนื้อเรื่องหนึ่งอาจจะใช้การบรรยายเพื่อเริ่มต้นการเรียนรู้ หรือเพื่อแนะนำเรื่องใหม่ หรือเพื่ออธิบายสิ่งที่เข้าใจยาก ๆ แล้วติดตามด้วยการสาธิตโดยครูทำการทดลองให้ดู หรือนักเรียนทดลองเป็นกลุ่ม หรือเป็นรายบุคคล และในตอนสุดท้ายของบทเรียน อาจจะเป็นการสรุปผลโดยการอภิปรายเป็นกลุ่ม แล้วเสนอผลงานแต่ละกลุ่มต่อชั้นเรียน หรือมีการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้น เป็นต้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การดำเนินการต่าง ๆ ในโรงเรียนที่เกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยความร่วมมือระหว่างครูและนักเรียน เพื่อให้การเรียนการสอนได้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ผู้เรียนจะบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้จะต้องมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมซึ่งจะเป็นสื่อ นำความรู้ไปสู่ผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้มีหลายรูปแบบ แต่ละแบบย่อมมีข้อจำกัดและประสิทธิภาพในการนำความรู้ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้แตกต่างกัน ครูจึงต้องมีความเข้าใจกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ เพื่อเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหาสาระวิชา

หลักการจัดการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจเป็นกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้ เช่น การสาธิต ไม่ว่าจะ เป็นกิจกรรมชนิดใด ผู้สอนควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตรในปัจจุบัน เป็นหลักสูตรตามพระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีเจตนารมณ์ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้เอง และจะต้องฝึกฝนให้ผู้เรียนคิดเป็น หรือใช้กระบวนการคิดในการแก้ปัญหา

2. จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุตามจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ เช่น จุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถทดลองได้ กิจกรรมการเรียนรู้ก็จัดให้มีการทดลอง เป็นต้น

3. จัดกิจกรรมให้สอดคล้องและเหมาะสมกับวัย ความสามารถ ความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ เกิดความสนุก เพราะตรงกับความสนใจของผู้เรียน
 4. จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับลักษณะของเนื้อหาวิชา
 5. จัดกิจกรรมให้มีลำดับขั้นตอน เพื่อให้การเรียนการสอนมีความต่อเนื่อง ผู้เรียนจะได้เข้าใจและไม่สับสน
 6. จัดกิจกรรมที่น่าสนใจ โดยใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม
 7. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก วิธีนี้นักเรียนจะเกิดการพัฒนาตนเองทางด้านการคิด การปฏิบัติ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน การวางแผนจัดการ กล่าวคือ เกิดการเรียนรู้การหาความรู้ (Learn how to learn) ซึ่งมีค่ามากกว่าตัวความรู้
 8. จัดกิจกรรมโดยใช้วิธีการท้าทายความคิดความสามารถของผู้เรียนเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถตามความถนัด และได้พัฒนาศักยภาพส่วนตัวของผู้เรียน
 9. จัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิควิธีการสอนที่หลากหลาย ผู้เรียนจะไม่เบื่อ และเป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความสามารถหลาย ๆ อย่าง นอกจากนั้นยังเหมาะกับเนื้อหา ขั้นตอนในการสอนในวิชานั้น ๆ
 10. จัดกิจกรรมโดยให้มีบรรยากาศที่สนุกและเป็นกันเอง ผู้เรียนจะเรียนด้วยความสุข ไม่เครียด เกิดพัฒนาการทางอารมณ์ (EQ) จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี
 11. ต้องมีการวัดผลการใช้กิจกรรมแต่ละครั้ง เช่น อาจใช้วิธีการสังเกต ซักถาม ตรวจสอบผลงาน เมื่อพบว่ากิจกรรมใดใช้ไม่ได้ผล ควรวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงให้มีความเหมาะสมมากขึ้น
- สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมควรจัดหลากหลายและให้ตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทำให้ผู้เรียนมีความสุข เกิดพัฒนาการหลาย ๆ ด้าน รวมทั้งการทำงานร่วมกัน และฝึกการแก้ปัญหา กล่าวคือ นักเรียนจะได้มีพัฒนาการในการทำงานควบคู่กับความรู้

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยทั่วไปแบ่งได้ 2 รูปแบบ ได้แก่

1. กิจกรรมการเรียนการสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นผู้นำ เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ นักเรียนเป็นผู้รับการถ่ายทอดความรู้ เป็นการสื่อสารทางเดียว รูปแบบนี้ไม่ควรนำมาใช้ตลอดในกิจกรรมการเรียนการสอน เพราะนักเรียนจะเกิดการพัฒนาการ เกิดความคิด ความสนใจน้อย

ควรรู้ในบางโอกาสหรือใช้ร่วมกับเทคนิคอื่น เช่น การบรรยายทางเทคนิค นักเรียนมีส่วนร่วมบ้างภายใต้การนำหรือคำสั่งของครู เช่น การสาธิต การสอบถาม เป็นต้น

2. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นกิจกรรมที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างแท้จริง ครูเป็นผู้ประสานงาน ให้คำแนะนำ เป็นผู้อำนวยการความสะดวก (facilitator) ครูอาจช่วยสรุปเป็นประเด็นสำคัญ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง แบ่งเป็น

2.1 กิจกรรมกลุ่มใหญ่ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนในชั้นทั้งหมดมีส่วนร่วม โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ มอบหมายงาน สมาชิกในกลุ่มประมาณ 15-20 คน ไม่ควรมากกว่านี้ การเล่นเกม การทายปัญหา การอภิปราย การแสดงละคร เป็นต้น

2.2 กิจกรรมกลุ่มย่อย เป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีโอกาสร่วมกิจกรรมทุกคน ฝึกทักษะและความรับผิดชอบ ได้แสดงความสามารถและความคิดเห็นอย่างทั่วถึง ขนาดของกลุ่มอาจแบ่งเป็น 4-6 คน ตามปริมาณงานที่กำหนด ขนาด 4 คนจะศึกษาค้นคว้าทำกิจกรรมได้ดี เพราะคนน้อยการประสานงานกันดี และกระจายงานความรับผิดชอบได้ดี

2.3 กิจกรรมที่ยึดนักเรียนเป็นรายบุคคล เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความแตกต่างระหว่างบุคคล มุ่งให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานตามความสามารถ ความถนัด ความสนใจของแต่ละคน นักเรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ เช่น การทดลอง การประดิษฐ์ การทำรายงาน เป็นต้น

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม โดยทั่วไปกิจกรรมการเรียนรู้การสอนจะประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ขั้นนำสู่บทเรียนหรือกิจกรรม เป็นขั้นเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เรียน และเป็นการสร้างความสนใจให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น อยากคิด อยากทำ

2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม ประกอบด้วย

2.1 ขั้นกิจกรรม เป็นส่วนที่ผู้เรียนได้ร่วมในกิจกรรม ได้ฝึกปฏิบัติทดลอง คิดตัดสินใจ ซึ่งช่วยทำให้ผู้เรียนได้แสดงออกในการทำกิจกรรม ได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม

2.2 ขั้นอภิปราย เป็นส่วนที่ผู้เรียนจะได้มีโอกาสนำเสนอประสบการณ์ที่ได้รับจากขั้นกิจกรรมวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและแม่นยำ นอกจากนี้ยังฝึกให้รู้จักการยอมรับฟังซึ่งกันและกัน ความใจกว้าง ไม่ด่วนตัดสินใจหรือลงข้อสรุป

3. ชั้นสรุปและประเมินผล

3.1 ชั้นสรุป เป็นส่วนที่ผู้สอนและผู้เรียนประมวลข้อความรู้ที่ได้จากชั้นกิจกรรมและข้ออภิปราย และนำมาสรุปหาสาระและใจความสำคัญ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันและสังคมต่อไป

3.2 การประเมินผล เป็นการทดสอบผู้เรียนหลังจากทำกิจกรรม ว่ามีความรู้หรือมีทักษะตรงตามเป้าหมายของกิจกรรมหรือไม่ นอกจากนี้เป็นการประเมินผลความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงกิจกรรมในคราวต่อไป

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดแนวทางปฏิรูปการศึกษา โดยมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นหลัก และให้ความสำคัญสูงสุดในกระบวนการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และรู้จักแสวงหาความรู้ได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็นสาระวิชาใด จึงควรเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้มีโอกาสแสดงออกอย่างอิสระมีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้ตรงความต้องการ ความสนใจ และความถนัดของตนเอง มีการทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง ตลอดจนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น และที่สำคัญที่สุด คือ ผู้เรียนเรียนรู้จากสภาพจริง ทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง ทั้งหมดนี้ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข

ตัวบ่งชี้การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

ศูนย์พัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน (พ.ค.ร.) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ได้พัฒนาตัวบ่งชี้การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางขึ้น โดยกำหนดตัวบ่งชี้การเรียนของผู้เรียน 9 ข้อ และตัวบ่งชี้การสอนของครู 10 ข้อ เป็นเครื่องตรวจสอบว่า เมื่อใดก็ตามที่เกิดการเรียนหรือการสอนตามตัวบ่งชี้เหล่านี้ เมื่อนั้นได้เกิดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแล้ว ดังนี้

ตัวบ่งชี้การเรียนรู้ของผู้เรียน

1. ผู้เรียนมีประสบการณ์ต่างสัมพันธ์กับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
2. ผู้เรียนฝึกปฏิบัติจนค้นพบความถนัดและวิธีการของตนเอง
3. ผู้เรียนทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกลุ่ม

4. ผู้เรียนฝึกคิดอย่างหลากหลายและสร้างสรรค์จินตนาการ ตลอดจนได้แสดงออกอย่างชัดเจนและมีเหตุผล
5. ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงให้ค้นหาคำตอบ แก้ปัญหา ทั้งด้วยตนเองและร่วมด้วยช่วยกัน
6. ผู้เรียนได้ฝึกค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง
7. ผู้เรียนได้เลือกทำกิจกรรมตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเองอย่างมีความสุข
8. ผู้เรียนฝึกตนเองให้มีวินัยและมีความรับผิดชอบในการทำงาน
9. ผู้เรียนฝึกประเมินปรับปรุงตนเองและยอมรับผู้อื่น ตลอดจนสนใจใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง

ตัวบ่งชี้การสอนครู

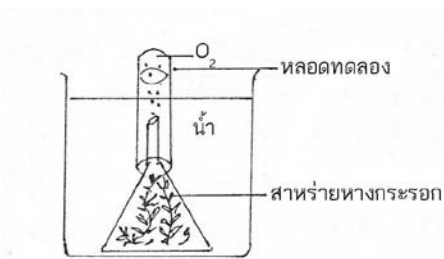
1. ครูเตรียมการสอนทั้งเนื้อหาและวิธีการ
2. ครูจัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศที่ปลุกเร้า จูงใจ และเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
3. ครูเอาใจใส่ให้นักเรียนเป็นรายบุคคล และแสดงความเมตตาผู้เรียนอย่างทั่วถึง
4. ครูจัดกิจกรรมและสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้แสดงออกและคิดอย่างสร้างสรรค์
5. ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกทำ และฝึกปรับปรุงตนเอง
6. ครูส่งเสริมกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกลุ่ม พร้อมทั้งสังเกตส่วนดีและปรับปรุงส่วนด้อยของผู้เรียน
7. ครูใช้สื่อการสอนเพื่อฝึกการคิด การแก้ปัญหา และการค้นพบความรู้
8. ครูใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและเชื่อมโยงประสบการณ์กับชีวิตจริง
9. ครูฝึกฝนกิริยา มารยาท และวินัยตามวิถีวัฒนธรรมไทย
10. ครูสังเกตและประเมินพัฒนาการของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

เทคนิคในการจัดการเรียนรู้สาระชีววิทยา

ในบทเรียนนี้จะเลือกเฉพาะวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เห็นว่าเหมาะสมกับชีววิทยา บางวิธีเท่านั้น มาเสนอ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ให้เกิดผลดีและบรรลุเป้าหมายของแต่ละบทเรียนแต่ละเนื้อเรื่อง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบค้น (Inquiry Method)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบค้นมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องอธิบายหรือบอกกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ให้ก่อน นักเรียนจะเป็นผู้มีส่วนร่วมกิจกรรมมากที่สุด กล่าวคือ นักเรียนจะต้องเป็นผู้คิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นให้เกิดปัญหา เกิดความสงสัยอยากรู้ นักเรียนจะหาสาเหตุแห่งปัญหาด้วยการรวบรวมข้อเท็จจริง ตั้งเป็นสมมติฐาน ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของเขา ตลอดจนการแปลความหมายจากผลการทดลองด้วยตัวเขาเอง ครูมีหน้าที่เพียงเป็นผู้กระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนได้กำหนดปัญหา ตั้งคำถาม เพื่อเป็นแนวทางค้นหาคำตอบของคำถาม หรือสมมติฐาน โดยใช้ประสบการณ์เดิม ความรู้เดิม มาประมวลเข้ากับการคิดอย่างมีเหตุผล จากสถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ เช่น ครูจะสอนเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืชซึ่งนอกจากได้ น้ำตาล แล้วยังได้แก๊สออกซิเจนเป็นผลพลอยได้ (by product) อีกด้วย ครูจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยใช้พืชจำพวกสาหร่ายหางกระรอก เป็นพืชทดลอง นักเรียนจะต้องสังเกตว่าครูเตรียมอะไรมาบ้าง วิธีการทดลองทำอย่างไรบ้าง มีวิธีการเก็บแก๊สอย่างไร ทำไมจึงต้องเก็บด้วยวิธีนี้ จะใช้วิธีอื่นได้หรือไม่



ภาพที่ 3.1 การทดลองการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาค้นหาคำตอบ จึงนับได้ว่าเป็นวิธีการสอนที่เป็นผลดีแก่ทั้งผู้สอนและผู้เรียน

การสอนโดยวิธีสืบค้นนับได้ว่ามีเหตุผลสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การเรียนรู้ (learning) เนื่องจากผู้เรียนต้องค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ดังนั้นประสบการณ์หรือความรู้ที่ได้รับย่อมมีมากกว่าการที่ครูเป็นผู้บอกเล่าให้ทั้งหมด อีกประการหนึ่งธรรมชาติของผู้เรียนย่อมมีความต้องการอยากรู้เป็นพื้นฐานอยู่แล้ว ดังนั้นการสอนโดยวิธีนี้จึงสอดคล้องกับความต้องการอยากรู้ ตามระดับความรู้ความสามารถในการรับรู้ซึ่งแตกต่างกันไปแต่ละบุคคล

2. ความสนใจ (interest) การจัดการเรียนรู้วิธีนี้กระตุ้นความสนใจของนักเรียนเป็นอย่างมาก สามารถตรึงความสนใจของนักเรียนได้ตลอดกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนมีความกระตือรือร้น ในการร่วมกิจกรรมด้วยความพึงพอใจ

3. มโนคติ (concept) การเรียนแบบนี้นักเรียนพบคำตอบโดยตัวเอง ดังนั้นเขาสามารถเกิดมโนคติได้จากความสามารถของเขาจากการสรุปคำตอบที่ค้นหามีเหตุผล มโนคติในลักษณะนี้จะจดจำได้ตลอดไป

4. ความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) การจัดการเรียนรู้โดยวิธีนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้สติปัญญาในการคิดค้นหาคำตอบ เป็นการฝึกฝนความคิด ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาทางด้านความคิดสร้างสรรค์อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังได้ฝึกฝนเทคนิค ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยสามารถนำวิธีการที่ได้เรียนรู้มาใช้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

5. ความรับผิดชอบ (responsibility) การจัดการเรียนรู้วิธีนี้ จะฝึกฝนให้นักเรียนเป็นผู้มีความรับผิดชอบสูงเพราะในกระบวนการเรียนนักเรียนจะต้องค้นหาคำตอบด้วยตนเองอยู่แล้ว ดังนั้นในการที่ต้องคอยรับคำสั่งจากครูหรือการที่มีครูคอยควบคุมจึงเกือบไม่มีนักเรียนสามารถมีความคิดที่เป็นอิสระ เป็นตัวของตัวเอง ซึ่งหวังได้ว่าเขาจะเป็นประชาชนที่อยู่ในสังคมระบอบประชาธิปไตยที่มีประสิทธิภาพสูง

ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบค้นหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบค้น อาจแบ่งออกได้เป็น 5 ขั้น

1. ตั้งปัญหา ครูจะจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งอาจทำได้หลายลักษณะ เช่น สร้างสถานการณ์ที่ขัดแย้งกันระหว่างประสบการณ์หรือความรู้เดิมของนักเรียนกับปัญหาที่ครูตั้งขึ้น นักเรียนจะต้องทำการสืบสวนค้นหาความจริง หรือครูอาจตั้งปัญหา เช่น กิจกรรมจากการทดลองของครูหรือของนักเรียนแล้ว ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันรวบรวมปัญหา

สถานการณ์หรือปัญหา จะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ในการสอน ปัญหาที่ทำความหนักใจแก่ผู้สอน ไม่ได้อยู่ที่จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ เพราะสิ่งนี้ผู้สอนย่อมทราบจากเนื้อเรื่องที่จะสอน หรือจากบทปฏิบัติการในการทดลอง จากหนังสือเรียนหรือคู่มือครูอยู่แล้ว แต่ปัญหาอยู่ที่ว่าผู้สอนจะต้องมีความสามารถในการสร้างสถานการณ์ หรือปัญหาที่จะดึงดูดความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนในเนื้อเรื่องที่สอนนั้น ๆ หรือไม่ ปัญหาอาจจะสร้างจากการใช้คำพูด เช่น การอภิปราย การซักถาม การเล่าเรื่องเหตุการณ์ เป็นต้น หรือปัญหาที่สร้างจากการใช้อุปกรณ์ประกอบคำพูด ได้แก่ โสตทัศนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น รูปภาพ ภาพยนตร์ สไลด์ ตัวอย่างของจริง เป็นต้น

2. กำหนดสมมติฐาน สมมติฐาน คือคำตอบของปัญหาที่ประกอบด้วยเหตุผล ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ ในขั้นตอนนี้ครูและนักเรียนจะช่วยกันทำนาย หรือเดาคำตอบของปัญหาอย่างมีเหตุผล

การได้มาซึ่งสมมติฐาน จะได้จากการตั้งคำถามเป็นชุด ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน เป็นคำถามที่จะสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ คำตอบที่อาจเป็นไปได้หรือสมมติฐานนี้ อาจจะตั้งขึ้นหลาย ๆ ทาง แล้วพิจารณาถึงความน่าจะเป็นไปได้ของคำตอบแต่ละคำตอบ จนเหลืออยู่ในขอบเขตจำกัดซึ่งใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด คำตอบนี้ควรเป็นแนวทางนำไปสู่การออกแบบการทดลองที่กำหนดในบทเรียน เพราะมีความจำกัดในเรื่องอุปกรณ์

3. แผนการพิสูจน์สมมติฐาน เป็นขั้นของการสรรหาวิธีการที่จะให้ได้คำตอบ เป็นขั้นวางแผนงานซึ่งกระทำร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน โดยคิดว่าปัญหานี้จะแก้โดยวิธีใดบ้าง ประมาณเวลาที่ใช้ พร้อมทั้งกำหนดผู้รับผิดชอบแต่ละเรื่อง ในขั้นนี้นักเรียนรู้จักคิด ซึ่งผลการทดลองตามแผนการที่ตั้งไว้อาจไม่ตรงกับสมมติฐานก็ได้

4. ดำเนินการทดลอง เป็นขั้นการดำเนินงานไปตามแผนที่วางไว้เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน ขั้นนี้มีกิจกรรมต่าง ๆ มากมาย เช่น การแบ่งกลุ่มทำงาน กลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มจะรับผิดชอบปัญหาแต่ละส่วนไปทำการศึกษา ในขั้นนี้การใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลองครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะถามคำถาม โดยครูจะตอบให้น้อยที่สุด คำตอบอาจจะเพียง ใช่ ไม่ใช่ ครูจะไม่มีคำตอบให้นักเรียน เพื่อให้เขาใช้คำถามสืบหาคำตอบด้วยตนเอง กรณีที่นักเรียนถามคำถามไม่ตรง กว้างเกินไป หรือไม่ละเอียดพอ ครูจะใช้วิธีแนะให้เขาสังเกตสิ่งอื่น ๆ เพิ่มเติม จนกว่าจะได้คำตอบที่ต้องการสำหรับการทดลอง นักเรียนจะกำหนดวิธี และทำการทดลองและบันทึกผลด้วยตนเองทั้งหมด ครูจะคอยแนะนำและช่วยเหลือให้น้อยที่สุดเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น

5. สรุปผลการทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ข้อมูลที่สนับสนุนสมมติฐาน ซึ่งสามารถใช้ตัดสินใจหรือสรุปผลได้ นั่นคือได้คำตอบของปัญหา คำถามที่จะนำไปสู่การสรุปต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั่นเอง ในขั้นนี้ อาจจะมีการเสนอผลงานเป็นกลุ่มตามที่รับผิดชอบ อาจจะทำโดยแสดงให้ดู หรือโดยการอภิปรายซักถามในที่สุดครูและนักเรียนจะสรุปผลในแต่ละเรื่องได้ นอกจากนี้ครูควรตั้งคำถามที่จะฝึกนักเรียนให้สามารถนำความรู้ที่ได้นี้ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่จะพบในบทเรียนใหม่หรือเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน

การเตรียมการจัดการเรียนรู้แบบสืบค้น

1. การเตรียมปัญหา

คำถามที่ใช้ในแต่ละบทเรียนหรือแต่ละเนื้อเรื่อง ในทุกชั้นการสอนต้องเป็นคำถามที่มีลักษณะฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกต รู้จักหาเหตุผลที่จะอธิบายให้ตนเองเข้าใจ นอกจากคำถามปัญหาแล้ว ครูจะต้องเตรียมคำตอบที่คาดว่าจะมีนักเรียนถามด้วย คำถามที่มีคุณภาพจะมีลักษณะยั่วๆ ทำทนาย ให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ ต้องมีทักษะ ต้องหมั่นฝึกฝนในการตั้งคำถามอยู่เสมอ

2. การเตรียมอุปกรณ์

อุปกรณ์ถือเป็นแหล่งวิชาที่นักเรียนจะใช้สืบค้นหาความรู้ ดังนั้นจะต้องจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เพียงพอ และเป็นอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดี เพื่อให้การปฏิบัติงานดำเนินไปได้ดี และเกิดผลถูกต้อง นอกจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแล้ว นักเรียนยังใช้แหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ในการสืบค้นหาคำตอบได้อีกด้วย เช่น ตำราที่ใช้ในการค้นคว้า แบบจำลองต่าง ๆ สถานที่ต่าง ๆ เช่น บ่อน้ำ สนามหญ้า ป่าไม้ หรือเนินเขาใกล้โรงเรียน ฯลฯ สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ครูจะต้องคำนึงถึง เพื่อจะได้เตรียมแผนงานให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่องที่จะเรียนว่าควรจัดสถานการณ์การเรียนรู้แบบใดให้แก่นักเรียน

3. เตรียมการอภิปรายของนักเรียน

ผู้ที่อภิปราย คือ นักเรียน ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ฟังเป็นส่วนใหญ่ การอภิปรายโต้แย้งระหว่างนักเรียนย่อมมีคำถามคำตอบที่มีเหตุผลของเขา ครูอาจจะชมเชยที่นักเรียนใช้คำถามคำตอบที่ดี เพื่อเป็นการเสริมแรงปฏิบัติการการเรียนรู้ได้ดี

4. การให้ความช่วยเหลือ

ครูจะติดตาม ดูการทดลอง หรือกิจกรรมอื่น ๆ ของนักเรียนอย่างใกล้ชิด อย่าปล่อยให้ให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยลำพังเป็นอันขาดเพราะขณะที่ทำการทดลอง หรือกิจกรรมต่าง ๆ นักเรียนอาจมีความต้องการคำแนะนำหรือมีข้อสงสัย ซึ่งต้องการความช่วยเหลือ บางครั้งนักเรียนอาจมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องจนทำการทดลองหรือกิจกรรมออกนอกกลุ่มนอกทาง ทำให้เสียเวลาหรืออาจเกิดอันตรายได้ กรณีเช่นนี้ครูอาจจะช่วยแนะนำให้เขาเกิดความคิดที่ถูกต้องและเห็นแนวทางที่จะกลับเข้าสู่การปฏิบัติที่ถูกต้องต่อไป

การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบสืบค้นครุมีบทบาทที่สำคัญ 3 ประการ

1. ป้อนคำถามเด็กเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องรู้จักป้อนคำถาม จะต้องรู้ว่าคำถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความคิด หน้าที่ของครูจึงเป็นนักถามแต่ไม่ใช่คำตอบ

2. เมื่อได้ตัวปัญหาแล้ว ให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง ถ้านักเรียนยังคิดหาวิธีการไม่ได้ ครูอาจช่วยโดยการเล่าตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางก็ได้

3. ถ้าปัญหายากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป

จากบทบาทของครูดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเทคนิคสืบค้นครูจำเป็นต้องมีเทคนิคการใช้คำถามอย่างรัดกุม เหมาะสม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันค้นหาคำตอบ โดยครูอาจจะใช้คำถามหลายชนิด คือ

- คำถามที่นำไปสู่การสังเกต
- คำถามที่นำไปสู่การอธิบาย
- คำถามที่นำไปสู่การทำนายและตั้งสมมติฐาน
- คำถามที่นำไปสู่การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปรและคำถามที่นำไปสู่การนำไปใช้

ครูอาจใช้วิธีการสืบค้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ 2 วิธี คือ

1. การจัดกิจกรรมสำเร็จรูป (structured activities) เป็นวิธีเริ่มต้นที่จะฝึกให้นักเรียนเกิดความชำนาญและเข้าใจในการปฏิบัติตามคู่มือการทดลอง (Lab Direction) ก่อนที่จะไปถึงจุดหมายปลายทางของการจัดการเรียนรู้แบบสืบค้นที่แท้จริง

ลักษณะของกิจกรรมสำเร็จรูป

- 1) ครูกำหนดปัญหา
- 2) เสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูล
- 3) นักเรียนรวบรวมข้อมูล
- 4) นักเรียนจัดทำตารางและเขียนกราฟตามที่ครูแนะนำ
- 5) ครูตั้งคำถามที่ต้องการให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูล
- 6) นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหา แล้วอภิปรายหน้าชั้น ซึ่งการสรุปของนักเรียนบางคนอาจจะถูก บางคนอาจจะผิด ครูจะเป็นผู้บอกว่าใครถูกใครผิด

2. การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง มีลักษณะดังนี้

- 1) ครูกำหนดปัญหา
- 2) นักเรียนทั้งชั้นวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหา ดำเนินการจนได้ข้อสรุป
- 3) ครูคอยแนะแนวทางด้วยการกระตุ้นให้เกิดความคิด ปัญหาที่นักเรียนมองไม่เห็นแนวทางที่จะกำหนดวิธีการค้นหาคำตอบได้ ครูอาจใช้วิธีการดังนี้

- ตั้งปัญหาให้นักเรียนนำไปคิดเป็นการบ้านก่อนมีการทดลอง
- บอกเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการทดลอง
- ในวันที่มีการทดลองให้นักเรียนเสนอวิธีการที่ได้ไปศึกษาค้นคว้ามาแล้วมีการอภิปราย กำหนดวิธีการค้นคว้าที่เป็นไปได้ 2-3 วิธี
 - ให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามที่ค้นคว้ามา
 - เสนอผลงานด้วยการอภิปราย

จากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบค้นทั้ง 2 วิธี จะเห็นได้ว่าวิธีที่ 1 ไม่ส่งเสริมกระบวนการคิดมากนัก ส่วนวิธีที่ 2 เป็นแบบที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาเอง (constructivism) ซึ่งเป็นแบบที่สอดคล้องกับแนวทางของพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 แต่ต้องใช้เวลามาก และครูจะต้องอำนวยความสะดวก (facilitate) ให้นักเรียน

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบค้นในวิชาชีววิทยา

ตัวอย่างที่ 1 การสอนเรื่อง “ลักษณะที่สำคัญของสัตว์พวกอาร์โทรโปดา”

อุปกรณ์ที่ใช้สอน : ตัวอย่างของแมลงชนิดต่าง ๆ และตัวอย่างสัตว์พวกอาร์โทรโปดาอื่น ๆ

วิธีสอน ครูนำตัวอย่างสัตว์พวกแมลง ได้แก่ ตั๊กแตน ตัวง แมลงปอ เหา ปลวก มด ผึ้ง ผีเสื้อ และสัตว์พวกอาร์โทรโปดาอื่น ๆ ได้แก่ ปู กุ้ง ตะขาบ กิ้งกือ แมงป่อง มาให้นักเรียนได้สังเกตดูลักษณะภายนอก แล้วครูใช้คำถามนำไปสู่การอภิปรายเพื่อสรุปเป็นกฎเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาลักษณะภายนอกของสัตว์ต่าง ๆ เหล่านี้เพื่อสรุปกฎเกณฑ์ในการจัดจำพวกสัตว์พวกอาร์โทรโปดา

ถาม - นักเรียนสังเกตเห็นว่าสัตว์ต่าง ๆ เหล่านี้มีลักษณะอะไรบ้างที่เห็นได้ชัดเจน (ลำตัวแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ คือ ส่วนหัว ส่วนอก ละส่วนท้องชัดเจน)

ถาม - สัตว์เหล่านี้มีอะไรบางอย่างที่คล้ายคลึงกัน (มีลำตัว และระยางค์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่มีลักษณะเป็นปล้อง ๆ) ให้นักเรียนลองจับลำตัวของสัตว์ต่าง ๆ เหล่านี้ดู

ถาม - สัตว์เหล่านี้มีผิวของลำตัวต่างจากสัตว์พวกอื่น ๆ เช่น พวกหนอนตัวแบน หนอนตัวกลม พวกแอนเนลิด และพวกมอลลัสก์ที่เคยเรียนมาแล้วอย่างไรบ้าง (สัตว์พวกนี้ที่ผิวลำตัวมีเปลือกแข็งหุ้ม ส่วนพวกหนอนตัวแบน ฯลฯ ดังกล่าวลำตัวอ่อนนิ่ม ไม่มีเปลือกแข็งหุ้ม)

ถาม - นักเรียนคิดว่ามีเกณฑ์อะไรบ้างที่จะใช้จัดจำแนกสัตว์ตัวอย่างต่าง ๆ เหล่านี้เป็นพวกหนึ่งต่างหากจากสัตว์พวกอื่น ๆ

- 1) ลำตัวเป็นปล้อง
- 2) อวัยวะสำหรับเคลื่อนที่หรือรยางค์แบ่งเป็นปล้อง ๆ มีเป็นคู่
- 3) มีเปลือกหุ้มลำตัวโดยมีกล้ามเนื้อยึดติดอยู่ภายใน

ตอนที่ 2 ศึกษาลักษณะภายนอกของสัตว์ตัวอย่างโดยแจกแจงรายละเอียดเพื่อจัดเป็นกลุ่มย่อยลงไป

ถาม - จากการศึกษาลักษณะภายนอกของสัตว์ต่าง ๆ นักเรียนสามารถแจกแจงรายละเอียดของสัตว์ต่าง ๆ เหล่านี้ได้อย่างไร (อาจจะแจกแจงรายละเอียดต่าง ๆ โดยบันทึกลงในตารางได้ดังต่อไปนี้)

ตารางที่ 3.1 ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์ในไฟลัมอาร์โทรโปดา

ลักษณะ	ส่วนหัวและอก		หนวด		ขา			ปีก	
	เชื่อมรวมกัน	แยกกัน	มี	ไม่มี	3 คู่	4 คู่	มากกว่า 4 คู่	มี	ไม่มี
ตักแตน		✓	✓		✓			✓	
ด้วง		✓	✓		✓			✓	
แมลงปอ		✓	✓		✓			✓	
เหา		✓	✓		✓				✓
ปลวก		✓	✓		✓				✓
มด		✓	✓		✓			✓	
ผึ้ง		✓	✓		✓			✓	
ผีเสื้อ		✓	✓		✓			✓	
กิ้งกือ		✓	✓				✓		✓
ตะขาบ		✓	✓				✓		✓
แมงมุม	✓			✓		✓			✓
กิ้ง	✓		✓				✓		✓
ปู	✓		✓				✓		✓

ถาม - ถ้าจัดสัตว์ตัวอย่างเหล่านี้ออกเป็นกลุ่มจะใช้อะไรเป็นเกณฑ์ (จำนวนคู่ของขา)

ถาม - ดังนั้น สัตว์ตัวอย่างเหล่านี้จะจัดได้เป็นพวกใหญ่ ๆ อะไรบ้าง

- 1) พวกที่มีขา 3 คู่ ได้แก่ ตักแตน, ด้วง, แมลงปอ, เหา, ปลวก, มด, ผึ้ง, ผีเสื้อ
- 2) พวกที่มีขา 4 คู่ ได้แก่ แมงมุม
- 3) พวกที่มีขามากกว่า 4 คู่ ได้แก่ กิ้ง, ปู, กิ้งกือ, ตะขาบ

ถาม - นักเรียนคิดว่าสัตว์ในพวกที่ 3 น่าจะจัดแบ่งกลุ่มย่อยอีกได้หรือไม่โดยพิจารณาจากจำนวนขา (ควรจัดแบ่งกลุ่มได้อีก คือ กุ้ง, ปู, มีจำนวนขา 5 คู่ แต่ตะขาบ, กิ้งกือมีมากกว่า 5 คู่) ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างกิ้งกือและตะขาบอย่างละเอียด

ถาม - นักเรียนบอกครูได้หรือไม่ว่ากิ้งกือและตะขาบมีลักษณะขาที่แตกต่างกันอย่างไร (กิ้งกือมีขาที่ปล้องลำตัวปล้องละ 2 คู่ ส่วนตะขาบมีขาปล้องละ 1 คู่)

ถาม - ถ้าจะแบ่งสัตว์ต่าง ๆ ข้างต้นออกเป็นประเภทต่าง ๆ จะแบ่งได้กี่ประเภทอะไรบ้าง

แบ่งได้เป็น 5 ประเภท คือ

1. พวกที่มีขา 3 คู่ ได้แก่ ตั๊กแตน, ตั๊ก, แมลงปอ, เหา
2. พวกที่มีขา 4 คู่ ได้แก่ แมงมุม
3. พวกที่มีขา 5 คู่ ได้แก่ กุ้ง, ปู
4. พวกที่มีขามากกว่า 5 คู่ และมีขาปล้องละ 2 คู่ ได้แก่ กิ้งกือ
5. พวกที่มีขามากกว่า 5 คู่ และมีขาปล้องละ 1 คู่ ได้แก่ ตะขาบ

(หมายเหตุ : เมื่อครูใช้คำถามให้นักเรียนค้นหาคำตอบจนนำไปสู่เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกสัตว์พวกอาร์โทรโปดา ออกจากสัตว์พวกอื่น ๆ และเกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มย่อยในพวกอาร์โทรโปดาได้แล้ว ครูอาจจะใช้วิธีสอนแบบบรรยายในลักษณะอภิปรายถึงรายละเอียดต่าง ๆ เช่น เปลือกหุ้มลำตัวที่แข็งมีหน้าที่อะไรบ้าง สารที่ประกอบในเปลือกหุ้มลำตัว ชื่อของสัตว์ในกลุ่มย่อยของพวกอาร์โทรโปดาที่นักชีววิทยาตั้งไว้ เพื่อสะดวกในการศึกษา ฯลฯ เป็นต้น)

ตัวอย่างที่ 2 การสอนเรื่อง “การปรับตัว”

- อุปกรณ์** 1. ตัวอย่างแมลง ตั๊กแตน ผีเสื้อ เหลือบ ยุง แมลงวัน
2. สไลด์ถาวร ส่วนปากของเหลือบ ยุง แมลงวัน
3. กล้องจุลทรรศน์

วิธีสอน ครูให้นักเรียนสังเกตดูลักษณะของปากแมลงชนิดต่าง ๆ แล้วใช้คำถามให้นักเรียนคิดหาคำตอบ

ถาม - นักเรียนสังเกตเห็นว่าปากของแมลงต่าง ๆ เหล่านี้มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (แตกต่างกัน ปากของตั๊กแตนและตั๊กแตนมีลักษณะที่ใช้กัด ผีเสื้อมีลักษณะเป็นวงยาวม้วนอยู่ใต้ส่วนหัว ส่วนปากของเหลือบ ยุง และแมลงวันสังเกตเห็นว่าแตกต่างกันแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นแบบใด เพราะเล็กมากสังเกตยาก) ครูให้นักเรียนศึกษาลักษณะปากของเหลือบ ยุง และแมลงวัน จากสไลด์สำเร็จ

ถาม - ลักษณะที่สำคัญของปากแมลงทั้ง 3 ชนิดนี้ แต่ละตัวมีลักษณะที่สำคัญอย่างไร (ส่วนปากของเหลือบมีส่วนที่มีลักษณะเป็นแผ่นเหมือนใบมีด ปากของยุงเป็นลักษณะเป็นส่วนที่เป็นเส้นยาว 3 เส้น เมื่อรวมกันจะทำหน้าที่เป็นท่อ ส่วนปากของแมลงวันมีส่วนที่เป็นลักษณะคล้ายฟองน้ำ)

ถาม - นักเรียนคิดว่าลักษณะที่แตกต่างกันของแมลง 3 ชนิดนี้น่าจะมีวิธีกินอาหารที่แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (ต่างกัน แมลงวันใช้วิธีชั้ดูด ยุงใช้ปากแทงลงไป ในเนื้อเยื่อแล้วดูดเลือดเข้าไปตามท่อที่มีลักษณะคล้ายเข็มฉีดยา พวกเหลือบคงจะใช้ส่วนแผ่นแข็งตัดให้เนื้อเยื่อฉีกขาดจนเลือดไหลออกมาแล้วจึงดูดเลือด)

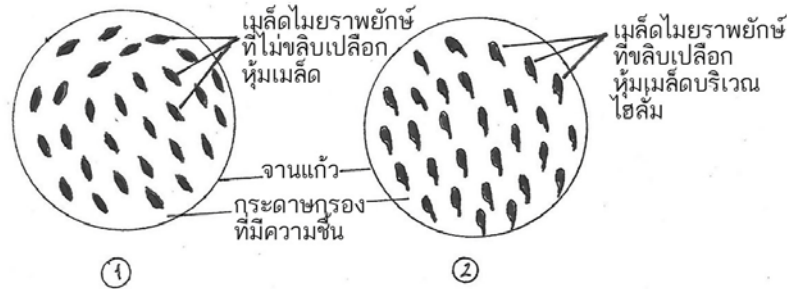
ถาม - นักเรียนพอจะมีเหตุผลจากปรากฏการณ์จริงเท่าที่เคยสังเกตมาเพื่อยืนยันลักษณะปากของแมลงทั้งหมดนี้ได้อย่างไรบ้าง (ในธรรมชาติ พบว่าตั๊กแตนกัดกินใบไม้เป็นรอยแหว่ง ๆ หรือกินหมดทั้งใบ ผีเสื้อชอบดูดน้ำหวานจากดอกไม้ ลักษณะของปากจึงเป็นวงยาวเพื่อใช้แทงลงไปลึก ๆ ให้ถึงต่อมน้ำหวานได้ แมลงวันเมื่อเวลาที่มาเกาะเราเพื่อกินอาหารจะไม่มีรู้สึกเจ็บ เพราะไม่กัดหรือเจาะเนื้อของเรา สำหรับยุงเมื่อเวลาดูดเลือดจะรู้สึกเจ็บแต่ไม่มีผลแสดงว่าใช้ปากเจาะลงไป ส่วนเหลือบที่เกาะตามสัตว์หรือคนจะกัดจนเป็นแผลมีเลือดไหล)

ถาม - นักเรียนคิดว่าการที่ปากของแมลงมีลักษณะแตกต่างกันนี้เนื่องมาจากอะไร (การปรับตัวเพื่อมีความเหมาะสมกับการกินอาหาร)

ตัวอย่างที่ 3 การสอนเรื่อง “การพักตัวของเมล็ดเนื่องจากมีเปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง”

อุปกรณ์ : ชุดทดลองหาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดไมยราพยักษ์

วิธีสอน ครูนำชุดการทดลองเพาะเมล็ดไมยราพยักษ์ 2 ชุด ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้



ภาพที่ 3.2 การทดลองการงอกของเมล็ดไมยราพยักษ์เปรียบเทียบระหว่างเมล็ดที่ไม่ขลิบเปลือกหุ้มเมล็ด (1) กับเมล็ดที่ขลิบเปลือกหุ้ม (2)

เป็นจานแก้วขนาดเท่ากัน รองด้วยกระดาษกรองซึ่งเติมน้ำกลั่นประมาณ 5 มิลลิลิตร เพื่อให้มีความชื้นเพียงพอ แต่ละจานวางเมล็ดไมยราพยักษ์ที่มีขนาดเท่า ๆ กัน และสมบูรณ์ทุกเมล็ด โดยเมล็ดในจานที่ 1 ไม่ขลิบเปลือกหุ้มเมล็ด ในจานที่ 2 ขลิบเปลือกหุ้มเมล็ดตรงบริเวณไฮลัมออกประมาณ 0.05 เซนติเมตร

เมล็ดนี้เพาะในจานแก้วเป็นเวลา 8 วัน

ผลการทดลองปรากฏว่า จานที่ 1 ซึ่งไม่ขลิบเปลือกหุ้มเมล็ด มีเปอร์เซ็นต์การงอก 3.8% ส่วนเมล็ดชุดที่ขลิบเปลือกหุ้มเมล็ด มีเปอร์เซ็นต์การงอก 96.6%

จากผลการทดลองครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบ

ถาม - จากการทดลองนี้การขลิบเปลือกหุ้มเมล็ดเพื่ออะไร (เพื่อให้หน้าซึมน้ำเข้าไปในเมล็ดได้มากเพียงพอ)

ถาม - นอกจากน้ำแล้วนักเรียนคิดว่ามีสิ่งอื่นใดที่เป็นปัจจัยต่อการงอกของเมล็ดสามารถซึมน้ำผ่านเข้าไปได้อีก (แก๊สออกซิเจน)

ถาม - การที่เมล็ดไมยราพยักษ์พวกที่ไม่ได้ขลิบเปลือกหุ้มเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยน่าจะเกิดจากเหตุผลอะไร (น้ำและแก๊สออกซิเจนผ่านเปลือกหุ้มเมล็ดเข้าไปได้น้อยเนื่องจากมีเปลือกแข็งหุ้มเมล็ดอยู่)

ถาม - นอกจากเปลือกหุ้มเมล็ดหนาแล้วนักเรียนคิดว่ายังมีปัจจัยอื่นอีกหรือไม่ที่ทำให้หน้าซึมน้ำผ่านเข้าไปได้ยาก (น่าจะมีส่วนเปลือกของไมยราพยักษ์มีสารพวกขี้ผึ้ง (wax) ฉาบอยู่ภายนอก ทำให้น้ำซึมน้ำผ่านเข้าสู่เมล็ดได้ยาก)

- ถาม - นักเรียนคิดว่าการพัสดุของเมล็ดไมยราบยักษ์น่าจะมีผลมาจากสาเหตุอะไร เป็นส่วนใหญ่ (เกิดจากการมีเปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง ทำให้น้ำซึมผ่านเปลือกได้ยาก ส่วนสาเหตุของการที่เปลือกหุ้มเมล็ดมีสารพวกซีด้างฉาบอยู่ไม่ใช่เป็นสาเหตุสำคัญ เพราะปกติน้ำจะเข้าทางไฮลัมเป็นส่วนใหญ่)
- ถาม - จากการทดลองนี้ ถ้านักเรียนจะทำการเพาะเมล็ดมะม่วงเพื่อทำเป็นต้นต่อสำหรับนำไปทาบกิ่งพันธุ์ดี โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงและงอกรวดเร็ว นักเรียนจะอย่างไร (ตัดเปลือกหุ้มเมล็ด หรือลอกเปลือกหุ้มเมล็ดออก)

การจัดการเรียนรู้โดยการสาธิต (Demonstration method)

การสาธิต หมายถึง การกระทำ หรือการแสดงบางสิ่งบางอย่างให้คนอื่นดู ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยการสาธิต ก็คือ การที่ครูจัดแสดงให้นักเรียนดูหรือนักเรียนแสดงให้เพื่อนในชั้นดูตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในวิชาวิทยาศาสตร์การสาธิตมักจะเป็นการสาธิตการทดลอง นักเรียนจะได้รับความรู้หรือประสบการณ์จากการเฝ้าดูเป็นส่วนใหญ่ การสาธิตครูไม่ควรจะเป็นผู้แสดง แต่เพียงผู้เดียว อาจจะทำให้นักเรียนผลัดเปลี่ยนกันแสดงให้เพื่อนดูก็ได้ ซึ่งนักเรียนจะมีความสนใจในบทเรียนมากขึ้นเพราะได้ร่วมกิจกรรมนั้น ๆ และอีกประการหนึ่งการได้แสดงให้เพื่อดูแสดงถึงความสามารถในการเป็นผู้นำซึ่งจะสอดคล้องกับธรรมชาติของเด็กที่มีความชอบที่จะแสดงออก และต้องการแสดงออกถึงความสามารถ นักเรียนจะรู้สึกตื่นเต้น ใจจดใจจ่ออยู่กับการเตรียมการแสดงเมื่อถึงคราวที่เขาจะได้สาธิตให้เพื่อร่วมชั้นดูวิธีการจัดกิจกรรมแบบสาธิตมักจะใช้ควบคู่กับการอธิบาย

การสาธิตอาจจะแสดงโดยบอกวัตถุประสงค์ตลอดจนรายละเอียดอันได้แก่ จะทำอะไร ที่ไหน อย่างไร และอะไรจะเกิดขึ้นบ้าง แล้วครูแสดงให้ดูนักเรียนเฝ้าสังเกต หรืออีกวิธีหนึ่งครูอาจจะให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบก่อนแล้วจึงแสดงให้นักเรียนดู นักเรียนจะสังเกตว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ได้ผลตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่

ไม่ว่าจะสาธิตแบบใดก็ตาม การสอนจะได้ผลดีครูอาจจะใช้แนวทางปฏิบัติดังนี้

1. ด้านความพร้อมของผู้สาธิต ครูจะต้องเตรียมตัวให้พร้อมเสมอก่อนการแสดงสาธิต ครูจะต้องทำการทดลองมาก่อนจนแน่ใจได้ว่าอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ได้ผลดี การทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ จะใช้อุปกรณ์อะไรบ้างก็ต้องจัดเตรียมให้พร้อมทุกอย่าง เพราะขณะทำการสาธิตซุกซลักต้องเดินหาอุปกรณ์จะทำให้นักเรียนหมดความสนใจ เป็นผลเสียต่อการคุมชั้นเรียน ดังนั้นครูมีความพร้อมในการเตรียมการต่าง ๆ จะสามารถดำเนินการสาธิตไปได้อย่าง

ราบรื่นและสามารถดึงดูดความสนใจได้ตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าคุณสามารถเลือกสรรสิ่งที่จะแสดงหรือทดลองที่เป็นของแปลกใหม่สำหรับนักเรียนได้แล้วจะทำให้หน้าสนใจยิ่งขึ้น

2. ให้ความสำคัญต่อนักเรียนในการมีส่วนร่วมในการสาธิตมากที่สุด เริ่มตั้งแต่การวางแผนการสาธิต คุณจะต้องเริ่มวางแผนร่วมกับนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้นว่าคุณจะแสดงอะไร พวกเขาจะต้องทำอะไรบ้าง คุณจะต้องหาวิธีชักนำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสาธิตการแสดง เช่น ในการสาธิตการทดลองในแบบที่ครูบอกจุดมุ่งหมาย และรายละเอียด ครูอาจจะอธิบาย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการทดลองเท่านั้น ส่วนผลการทดลองนักเรียนจะต้องสังเกตเอง ครูควรให้นักเรียนรู้คำตอบจากการสังเกตเองโดยที่ครูไม่ต้องบอก ในการนี้ครูสามารถจะช่วยนักเรียนให้รวบรวมข้อเท็จจริงจนสามารถตั้งสมมติฐานได้ หลังจากได้ผลการทดลองแล้วนักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้ ซึ่งในขั้นนี้อาจจะมีการอภิปรายร่วมด้วย เช่น กรณีที่ผลการทดลองไม่ตรงตามสมมติฐาน ก็อาจมีการอภิปรายถึงข้อผิดพลาดที่น่าจะเป็นไปได้ และอาจมีการทดลองซ้ำใหม่

3. ขั้นตอนการสาธิต ครูอาจต้องวางแผนการสาธิตให้เป็นไปตามลำดับขั้นของกระบวนการทดลอง แบ่งเป็นตอน เพื่อให้นักเรียนจะได้ทำความเข้าใจในแต่ละตอนได้ ขณะทำการสาธิตอย่าทำข้ามขั้น นักเรียนจะเกิดความสับสนตามไม่ทัน เกิดความเบื่อหน่ายหมดความสนใจ ขณะทำการทดลองสาธิตครูควรจะมีการอภิปรายซักถามสาระสำคัญของเนื้อเรื่องไปด้วย และที่สำคัญ คือ ขณะทำการทดลองครูจะต้องแน่ใจว่านักเรียนทุกคนสามารถมองเห็นได้ชัดเจน

4. ขั้นการสรุปผล ขั้นนี้ครูและนักเรียนอาจจะมีการอภิปรายซักถามคำถามเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันอย่างแจ่มชัดก่อน แล้วจึงช่วยกันสรุปผลการสาธิตก็ได้ การสรุปนั้นนักเรียนจะสรุปจากที่เห็นในการสาธิตตามลำดับขั้น ซึ่งภาษาที่ใช้ อาจจะยังไม่สละสลวยกะทัดรัด ข้อความไม่กระชับหรือยังคลุมเครือ ครูจะช่วยขัดเกลาภาษาและเนื้อหาให้ถูกต้องยิ่งขึ้นซึ่งนักเรียนจะได้จดจำไปใช้ได้

5. วัตถุประสงค์ ครูต้องเตรียมแบบทดสอบหรือวิธีการอื่น ๆ เช่น การซักถามปัญหาให้นักเรียนตอบ หรืออาจจะให้นักเรียนออกมาแสดงให้เพื่อนดูถ้ามีเวลาเหลือพอ การวัดผลจะทำให้ครูได้ทราบว่านักเรียนมีการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้หรือไม่

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยการสาธิต

1. กระตุ้นเร้าความสนใจของนักเรียนได้ดี เพราะการสาธิตเป็นการจัดการเรียนรู้โดยจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากรูเห็น และสนใจต่อสิ่งที่มองเห็นได้เคลื่อนไหวได้จากการสาธิต

2. เสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดี เพราะในการสาธิตนักเรียนจะใช้ การสังเกตตลอดเวลาจนสามารถพิสูจน์ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ ได้จากการสาธิตข้อเท็จจริง นักเรียนจะเกิดความเข้าใจกฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ อย่างกระจ่างชัดเป็นการสร้างความเข้าใจ ในโมเมนต์ที่นักเรียนมองเห็นโดยตรง

3. ให้นำสู่บทเรียนได้ดี โดยครูสาธิตให้ดูแล้วให้นักเรียนตั้งปัญหา นักเรียนจะสนใจ อยากติดตามค้นหาคำตอบต่อไป

4. แก่สถานการณ์การขาดแคลนอุปกรณ์ได้ดี เช่น โรงเรียนมีอุปกรณ์ไม่เพียงพอ อุปกรณ์ราคาแพงเกินไปจนโรงเรียนไม่สามารถจะซื้อหามาให้นักเรียนใช้ทดลองเป็นบุคคลหรือ กลุ่มได้ จึงต้องใช้การสาธิต

5. ใช้กับการทดลองที่อาจเกิดอันตรายได้ง่าย การทดลองบางอย่างต้องใช้ความ ระมัดระวังเป็นพิเศษ ถ้าขาดความรอบคอบอาจเกิดอันตรายได้ ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมกับ นักเรียนในบางระดับชั้นเรียนที่จะทำการทดลองเอง

6. ใช้กับการทดลองที่มีความยุ่งยากซับซ้อนไม่สะดวกที่จะให้นักเรียนทำ ครูจึงสาธิตให้ดู

7. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาเฉพาะ หน้า การสาธิตบางครั้งครูอาจมอบหมายให้นักเรียนได้แสดงความสามารถต่อหน้าเพื่อนในชั้น เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของนักวิทยาศาสตร์ประการ หนึ่ง

8. เป็นการฝึกการทำงานเป็นหมู่คณะ การที่นักเรียนได้ร่วมทำการทดลองกับครูหรือ เพื่อนนักเรียนทำให้เขาเกิดความรู้สึกว่าตนมีความสำคัญเป็นที่ไว้วางใจของผู้ร่วมงาน

9. ทำให้นักเรียนมีโอกาสดูทักษะการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เพราะการสาธิตต่อหน้า เพื่อนในชั้น นักเรียนรู้สึกตื่นเต้น กระตือรือร้น ดังนั้นจึงต้องเตรียมตัวล่วงหน้าเป็นอย่างดี ทำให้ การใช้วัสดุอุปกรณ์มีความคล่องแคล่วรวดเร็วเป็นพิเศษ

10. ใช้การสาธิตเพื่ออธิบายเครื่องมือวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการทำหน้าที่ของ ส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ดี เช่น ในการใช้กล้องจุลทรรศน์สำหรับนักเรียนที่เริ่มเรียนชีววิทยาใหม่ ๆ ยังไม่เคยใช้กล้องมาก่อนเลย จำเป็นที่ครูจะต้องแสดงการใช้ การเก็บรักษา ตลอดจนการเตรียม สไลด์ที่จะดูด้วยกล้องให้นักเรียนได้ดูก่อน

11. แก่ไขอุปสรรคเรื่องฤดูกาล ตัวอย่างของพืชและสัตว์จะหายากในบางฤดูกาลซึ่งจะไม่สามารถให้ศึกษาจากสิ่งมีชีวิตได้ ดังนั้นครูจะต้องใช้การสาธิตจากตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้แทน เช่น แมลงในหน้าหนาว พืชบางชนิดไม่ออกดอกในบางฤดู เป็นต้น

12. ประหยัด การสอนแบบสาธิตลดค่าใช้จ่าย สารเคมี หรือวัสดุบางอย่างที่มีราคาแพง ถ้าจะให้นักเรียนได้ทำการทดลองทุกคนจะเกิดความสิ้นเปลืองมาก

ปัญหาในการจัดการเรียนรู้โดยการสาธิต

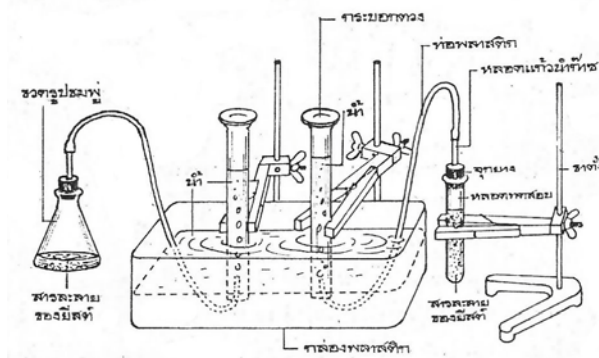
1. ความจำกัดในการมีส่วนร่วมกิจกรรมของนักเรียน ปกตินักเรียนในแต่ละห้องจะมีมากเกินไป ดังนั้นนักเรียนจะได้ร่วมในการสาธิตทุกคนนั้นมีโอกาสน้อยมาก ส่วนใหญ่มักจะจำกัดอยู่ในพวกนักเรียนที่เก่ง ๆ ไม่กี่คนเท่านั้น

2. สภาพห้องเรียนไม่เหมาะสมกับการสาธิต ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนส่วนใหญ่ทั่ว ๆ ไปมักจะไม่มีโต๊ะปฏิบัติการสำหรับการสาธิต ดังนั้นการที่จะให้นักเรียนทั้งชั้นซึ่งมีจำนวนมากมองเห็นได้อย่างทั่วถึงจึงเป็นไปได้ยาก ทำให้เกิดปัญหาการควบคุมชั้นเรียน นักเรียนมักมุงดูการสาธิตการทดลองซึ่งคนที่อยู่หลัง ๆ พยายามเบียดเข้ามา ไม่มีความเป็นระเบียบ นอกจากนี้การมุงดูการทดลองยังอาจเกิดอันตรายได้ง่าย

3. อาจจัดการเรียนรู้ได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหาสาระที่เตรียมมา ถ้าครูไม่แบ่งเวลาให้เหมาะสมจะทำให้เสียเวลา แต่ถ้าครูจะแบ่งหัวข้อให้เป็นงานแก่นักเรียนไปค้นคว้าบ้างก็สามารถแก้ปัญหาได้

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยการสาธิต

ตอนที่ 1 มีความมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้รวบรวมข้อเท็จจริงได้จากการสังเกต สามารถกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน และวางแผนตรวจสอบสมมติฐานด้วยตนเอง



ภาพที่ 3.3 การทดลองเก็บแก๊สที่ได้จากการหายใจของยีสต์ที่บรรจุในหลอดทดลองและขวดรูปชมพู่

ครูควรแสดงการทดลองให้นักเรียนได้สังเกตทุกขั้นตอนอย่างช้า ๆ ดังนี้

1. ชั่งยีสต์ 2.5 กรัม 4 ห่อ ใส่ในสารละลายของน้ำตาล 5% จำนวน 50 cm³ แล้วคนให้เข้ากันอย่างดี (สารละลายของน้ำตาล 5% เตรียมได้ดังนี้ คือ เติมน้ำกลั่นลงในน้ำตาล 5 กรัม ให้ครบ 100 cm³)

2. เทสารละลายจากข้อ 1 ลงในหลอดทดสอบ (ขนาด 200×24 มม.) ก่อนแล้วจึงเทใส่ในขวดแก้วรูปชมพู่ (ขนาด 250 cm³) จำนวน 20 cm³ เท่ากัน การเทสารละลายของน้ำตาลใส่ลงในหลอดทดสอบก่อนขวดแก้วรูปชมพู่จะได้ผลชัดเจนมาก ก่อนทุกครั้งจะต้องคนให้เข้ากันและอย่าเทในเวลาห่างกันมาก

3. ต่อสายยางไปยังกระบอกเก็บแก๊ส (ใช้กระบอกตวงขนาด 20 cm³ หรือหลอดทดสอบขนาดใกล้เคียงก็ได้) ทันทึและควรให้พร้อมกันด้วย เพื่อความสะดวกและรวดเร็วจะต้องเตรียมกระบอกเก็บแก๊สที่มีน้ำเต็มตั้งไว้ให้พร้อม ดังภาพ

4. ให้นักเรียนสังเกตปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น (ในกระบอกเก็บแก๊สที่มาจากขวดแก้วรูปชมพู่ควรจะมีมากกว่า) แล้วให้นักเรียนกำหนดปัญหา สมมติฐานและการวางแผนการทดลองในกระดาษบันทึก เสร็จแล้วครูจึงสาธิตการทดลองตอนที่ 2 ต่อไป

จากการทดลองตอนที่ 1 ก่อนที่จะกำหนดปัญหา ครูควรช่วยให้นักเรียนรวบรวมข้อเท็จจริงให้มากที่สุด เพื่อนักเรียนจะสามารถกำหนดขอบเขตของปัญหาได้อย่างชัดเจน ซึ่งอาจทำได้โดยการตั้งคำถาม เช่น

- การทดลองนี้ (ด้านที่มีขวดแก้วรูปชมพู่กับข้างที่มีหลอดทดสอบ) มีอะไรแตกต่างกันบ้าง (มีพื้นที่ผิวและปริมาตรของอากาศที่อยู่เหนือสารละลายของยีสต์แตกต่างกัน)

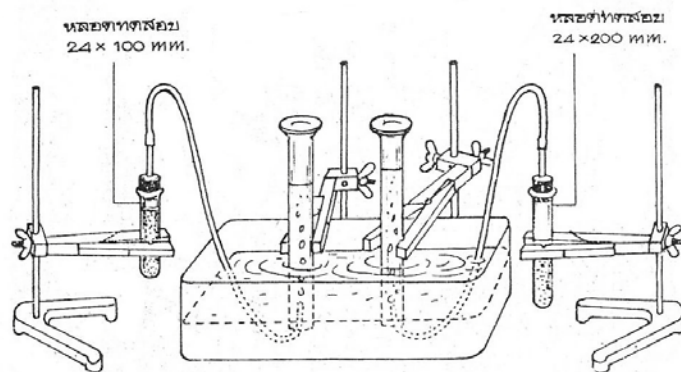
- ผลการทดลองนี้แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (แก๊สที่ผลิตจากยีสต์ในขวดรูปชมพู่จะได้ปริมาณมากกว่าแก๊สที่ผลิตจากยีสต์ในหลอดทดสอบ)

- ถ้าใส่สารละลายในหลอดทดสอบกับขวดแก้วรูปชมพู่ไม่พร้อมกัน จะมีผลต่ออัตราการผลิตแก๊สหรือไม่ เพราะเหตุใด (น่าจะแตกต่างกัน ยีสต์ที่ใส่ก่อนอาจมีความเข้มข้นน้อยกว่ายีสต์ที่ใส่ทีหลัง)

- นักเรียนจะกำหนดปัญหาว่าอย่างไร (ในการทดลองนี้นักเรียนควรจะต้องตั้งปัญหาได้ดังนี้ 1. ปริมาณของอากาศที่อยู่เหนือสารละลายของยีสต์มีส่วนเกี่ยวข้องกับการผลิตแก๊สหรือไม่ 2. พื้นที่ผิวด้านบนที่สัมผัสกับอากาศของสารละลายของยีสต์มีส่วนเกี่ยวข้องกับการผลิตแก๊สหรือไม่ 3. ทั้งปริมาตรของอากาศที่อยู่เหนือสารละลายของยีสต์ และพื้นที่ผิวด้านบนของสารละลายของยีสต์มีส่วนเกี่ยวข้องกับการผลิตแก๊สหรือไม่ 4. ความเข้มข้นของสารละลายของยีสต์อันเนื่องมาจากใส่สารละลายไม่พร้อมกัน (ยีสต์ที่ใส่ก่อนมีความเข้มข้นน้อยกว่ายีสต์ที่ใส่ทีหลัง มีส่วนเกี่ยวข้องกับการผลิตแก๊สหรือไม่)

เมื่อแน่ใจว่านักเรียนได้วางแผนการทดลองเรียบร้อยแล้ว ครูจึงสาธิตการทดลองตอนที่ 2

ตอนที่ 2



ภาพที่ 3.4 การทดลองเก็บแก๊สที่ได้จากการหายใจของยีสต์ที่อยู่ในหลอดทดสอบ ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน แต่ความยาวไม่เท่ากัน

ในการทดลองตอนที่ 2 ครูควรให้นักเรียนสังเกตการณ์ทดลองทุกขั้นตอน ดังนี้

1. ทำอย่างเดียวกับข้อ 1 ตอนที่ 1 แต่อย่าใช้สารละลายของยีสต์ที่เหลือจากการทดลองตอนที่ 1 ครูจะต้องเตรียมขึ้นมาใหม่ เพราะยีสต์ที่เตรียมใหม่ ๆ จะเกิดปฏิกิริยาเร็ว
2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 ตอนที่ 1 แต่คราวนี้ใส่ในหลอดทดลองที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน และอีกหลอดหนึ่งจะต้องสั้นกว่าหลอดแรกครึ่งหนึ่ง
3. ทำเช่นเดียวกับข้อ 3 ตอนที่ 1 และวางเครื่องมือตั้งภาพ การทดลองตอนที่ 2
4. สังเกตปริมาณของแก๊สที่เกิดขึ้นในกระบอกเก็บแก๊สทั้งสอง แล้วให้นักเรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานที่เป็นเบื้องหลังของการทดลองนี้

(ปัญหาของการทดลองตอน 2 นี้ คือ ปริมาตรของอากาศที่อยู่เหนือสารละลายของยีสต์มีส่วนเกี่ยวข้องกับปริมาณของแก๊สที่ยีสต์ผลิตขึ้นหรือไม่ ทั้งนี้ก็เพราะได้ควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ให้เหมือนกันหมด ยกเว้นปริมาตรของอากาศ)

ครูควรให้มีการอภิปรายในปัญหาต่อไปนี้

- นักเรียนจะอธิบายผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร (แล้วแต่เหตุผลที่นักเรียนอธิบาย)
- นักเรียนคิดว่าผลการทดลองนี้เชื่อถือได้หรือไม่ (อาจเชื่อถือไม่ได้)
- ถ้าทดลองเช่นนี้ 10 ครั้ง ผลที่ได้จะเหมือนกันทั้ง 10 ครั้งหรือไม่ (อาจไม่เหมือนกันทั้ง 10 ครั้ง)
- นักเรียนคิดว่าน่าจะมีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ผลการทดลองนั้นเชื่อถือไม่ได้ และจะแก้ไขอย่างไร (ปัจจัยที่ทำให้ผลการทดลองแตกต่างกัน เช่น อุณหภูมิของสารละลายของยีสต์การรบกวน)

ของแก๊สตามข้อต่อต่าง ๆ เป็นต้น วิธีแก้ไขก็คือนอกจากป้องกันมิให้มีการรั่วของแก๊สตามข้อต่อแล้วยังต้องทำการทดลองนี้เป็นจำนวนมาก หรือหลาย ๆ ครั้ง)

ข้อควรคำนึงในการสอนนี้ครูจะต้องไม่เป็นห่วงว่าผลการทดลองจะเป็นอย่างไร แต่ควรเน้นในเรื่องการแปลความหมายข้อมูลของนักเรียน การปรับปรุงวิธีการเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีค่าครูอาจจะกระตุ้นให้นักเรียนทำการทดลองต่อไป

การจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ (Laboratory method)

การปฏิบัติการหรือการทดลอง เป็นการพิสูจน์ตรวจสอบความจริงในสิ่งที่ผู้ทำการทดลองยังไม่ทราบ หรือเป็นการพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าจะเป็นความจริงหรือไม่ ดังนั้นการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการจึงเป็นการเน้นที่นักเรียนได้ทำงานเพื่อค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำ การจัดการเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการสังเกต การทดลอง และการที่นักเรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเองจะช่วยให้มีความสนใจ บทเรียนมากขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความชำนาญในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือในการทดลองต่าง ๆ

หน้าที่และบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

ครูอาจเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการทดลองในกรณีต่อไปนี้

1. ต้องการให้นักเรียนได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรงโดยการสังเกตและทดลอง
2. ต้องการให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียนและจำบทเรียนได้อย่างคงทน
3. ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการใช้เครื่องมือ
4. ต้องการให้นักเรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ตลอดจนปลูกฝังให้เป็นคนที่มีความ

ความอยากรู้อยากเห็นและชอบค้นคว้าหาความจริง

5. ครูมีความพร้อมในด้านเวลาและเครื่องมือ

กิจกรรมในการทดลองมี 2 แบบ

1. กิจกรรมการทดลองแบบสำเร็จรูป (structured laboratory) การทดลองแบบนี้ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ให้นักเรียนทำตามคำสั่งในคู่มือการทดลอง (Lab Direction) เพื่อค้นหาคำตอบ การจัดกิจกรรมวิธีนี้จึงไม่ส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียนเท่าที่ควร

2. กิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (unstructured laboratory) นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยครูกำหนดปัญหาให้ เมื่อทราบปัญหาแล้ว ครูให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหา เมื่อได้แนวทางแล้วจึงให้นักเรียนแยกกัน

ทำการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายหน้าชั้นเรียน การจัดกิจกรรมวิธีนี้เป็นการส่งเสริมสมรรถภาพทางความคิด การทดลองแบบนี้ควรให้นักเรียนวางแผนการทดลองก่อน แล้วจึงลงมือทำการทดลองตามแบบที่กำหนดไว้ การวางแผนการทดลองประกอบด้วย การกำหนดขอบเขตของปัญหา การตั้งสมมติฐาน การกำหนดวิธีการที่เหมาะสมที่จะทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และการออกแบบการทดลองที่มีกลุ่มควบคุม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการปฏิบัติการทดลองในระดับมัธยมศึกษา มักจะเป็นแบบที่ใช้กิจกรรมสำเร็จรูป โดยปฏิบัติการทดลองตามคู่มือมากกว่าที่จะให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเอง ดังนั้นครูควรฝึกให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง โดยใช้กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางบ้าง ซึ่งอาจจะไม่ใช่เต็มรูปแบบก็ได้ โดยเพิ่มเติมในกิจกรรมการทดลองแบบสำเร็จรูป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ เครื่องมือ และเวลาในการจัดกิจกรรมด้วย

ครูจะอภิปรายถึงวิธีการทดลอง วิธีการรวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ทำการทดลองและหลังจากทดลองเสร็จแล้วจะเป็นการอภิปรายถึงผลการทดลอง

ขั้นตอนในการปฏิบัติการ

1. ขั้นเตรียม ครูจะต้องเตรียมตัวในเรื่องต่อไปนี้

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ต้องลำดับกิจกรรมต่าง ๆ ให้ชัดเจน
- 2) เตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อมเพียงไว้วางหน้า
- 3) ครูต้องมีการทดลองก่อนเสมอ
- 4) จัดเตรียมบันทึกผลการทดลอง

ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน

- 5) จัดแบ่งกลุ่มนักเรียนตามความเหมาะสมกับวัสดุอุปกรณ์
- 6) ครูและนักเรียนร่วมกันวางกฎปฏิบัติสำหรับห้องปฏิบัติการเพื่อให้การทดลองเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย การที่ให้นักเรียนช่วยกันวางกฎปฏิบัติก็เพื่อให้นักเรียนยอมรับว่ากฎเกณฑ์ในการปฏิบัตินั้นมาจากพวกเขาเองไม่ได้มาจากครูเป็นผู้กำหนดไปบังคับพวกเขา

7) แนะนำให้นักเรียนได้ศึกษาเรื่องที่จะทำการทดลองล่วงหน้าก่อนทุกครั้ง

8) แนะนำอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการใช้ที่ถูกต้องให้นักเรียนได้รู้จัก

2. ขั้นทดลอง นักเรียนเป็นผู้ทำการทดลองด้วยตนเอง โดยแยกกลุ่มทดลองหรือทำเป็นรายบุคคล นักเรียนจะปฏิบัติตามขั้นต่าง ๆ ตามลำดับขั้น และบันทึกผลลงในแบบที่มีในหนังสือหรือสมุดปฏิบัติการ หรือตามแบบที่ครูเตรียมมา

สำหรับครู จะเป็นผู้คอยดูแลนักเรียนในขณะที่ทำการปฏิบัติการและคอยให้คำแนะนำต่าง ๆ ครูต้องเดินดูการทดลองของนักเรียนให้ทั่วถึงทุกกลุ่มหรือทุกคน เมื่อพบว่ามีปัญหาที่อภิปรายกันในกลุ่มที่มีปัญหานั้น ถ้าทราบว่ากลุ่มใดทำการทดลองออกนอกกลุ่มนอกทางครูควรใช้วิธีซักถามให้นักเรียนได้คิดเองว่าเขาควรจะเปลี่ยนวิธีการหรือไม่ต้องชี้บอกว่าเขาทำผิดในเรื่องใด อย่างไรให้ชัดเจน

3. ชั้นสรุปและประเมินผล

หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองได้มีการสรุปผลการทดลองซึ่งอาจจะเป็นการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในตอนนี้อะไรที่ผลการทดลองของแต่ละกลุ่มอาจจะแตกต่างกัน ครูต้องสนับสนุนให้นักเรียนได้รู้จักเปรียบเทียบผลการทดลองของตนเองกับกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งจะพบสาเหตุแห่งความผิดพลาดในการทดลองได้และยังเป็นการสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องให้นักเรียนในลักษณะที่รู้จักหาเหตุผลมาอธิบายสิ่งต่าง ๆ

เมื่อมีการสรุปผลการทดลองแล้ว นักเรียนจะต้องเขียนรายงานผลการทดลองส่งครู ครูจะรวบรวมผลการทดลองจากรายงาน ถ้าพบข้อบกพร่องของแต่ละกลุ่ม ครูจะมาสรุปและชี้แจงให้นักเรียนทราบทั้งชั้น

การรายงานผลการทดลอง นอกจากเขียนเป็นรายงานแล้วอาจจะเสนอในลักษณะอื่น ๆ ได้ เช่น แต่ละกลุ่มออกมาเล่าให้เพื่อนฟังและให้เพื่อนมีโอกาสซักถามได้ หรืออาจจะเสนอผลโดยการเขียนแผนภูมิ กราฟและสมการหรืออาจจะใช้หลาย ๆ วิธีร่วมกันได้

การจัดการเรียนรู้โดยการปฏิบัติการมีประโยชน์มาก เพราะนักเรียนได้รับความรู้หรือประสบการณ์ตรง จากการกระทำด้วยตนเอง ได้พบปัญหาและการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้โดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้าน การเรียนรู้จากการกระทำจริงย่อมจะทำให้นักเรียนจดจำได้นานตลอดไปและที่สำคัญมากก็คือ ในการดำรงชีวิตของคนเราในชีวิตจริงย่อมจะต้องพบปัญหาด้วยตนเอง การเรียนโดยการทดลองจึงมีลักษณะที่เหมือนกับการดำรงชีวิตจริง ๆ

ส่วนข้อเสียของการสอนแบบทดลอง คือ การเรียนโดยการทดลองต้องใช้วัสดุอุปกรณ์จำนวนมาก สิ้นเปลืองมาก ค่าใช้จ่ายสูง เครื่องมือต่าง ๆ ในทางชีววิทยาสส่วนใหญ่มีราคาแพงมาก นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้แบบทดลองยังต้องใช้เวลามาก ทำให้การเรียนการสอนอาจไม่ทันตามกำหนด

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยการทดลอง

เรื่อง “อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายในดินที่มีผลต่ออัตราการดูดซึมน้ำของพืช”
อุปกรณ์

- หลอดทดสอบขนาดใหญ่จำนวน 14/กลุ่ม

- สำลี 1/กลุ่ม
- ดินสอเขียนแก้ว 1/กลุ่ม
- ที่วางหลอดทดสอบ 1/กลุ่ม

สารเคมี

- สารละลายของ CaCl_2 ที่มีความเข้มข้น 0.04, 0.02, 0.03, 0.05, 0.1 และ 0.2 โมลาร์ อย่างละ 30 มิลลิลิตร/กลุ่ม
- น้ำกลั่น

พืชทดลอง

- ต้นกล้าถั่วเขียวอายุ 10 วัน

วิธีทดลอง

1. ตั้งหลอดทดลอง 7 คู่ ใส่สารละลายไปในหลอดทดลอง หลอดละประมาณ 30 มิลลิลิตร หรือให้มีช่องว่างห่างจากปากหลอดประมาณ 1 นิ้ว แล้วใช้ปากกาเขียนแก้วทำเครื่องหมายแสดงระดับของเหลวทุกหลอด

2. นำต้นกล้าถั่วเขียวมาทำความสะอาดแล้ววัดความยาวของลำต้น จากจุดของใบเลี้ยงขึ้นไปจนถึงยอดแล้วบันทึกไว้ นำต้นถั่วปลูกลงในหลอดทดลอง ให้รากจุ่มอยู่ในของเหลวในหลอดทดลอง โดยใช้สำลีประคองลำต้นเอาไว้ อย่าให้สำลีเปียกน้ำ

3. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสภาพต้นกล้า เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ตลอดเวลาสัปดาห์นี้ ถ้าระดับน้ำต่ำกว่าจุดที่ขีดที่ทำเครื่องหมายไว้ให้ค่อย ๆ เติมน้ำเพื่อรักษาระดับน้ำอยู่เสมอ

4. บันทึกจำนวนน้ำที่เติมลงไปในแต่ละครั้ง

5. เมื่อทดลองครบ 1 สัปดาห์ นำต้นถั่วขึ้นมา วัดความยาวของลำต้น จากจุดใบเลี้ยงขึ้นไปถึงยอดอีกครั้ง

6. นำผลการทดลองทั้งหมดบันทึกในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย (โมลาร์)	ความยาวลำต้น (cm.)		ความยาวที่เพิ่มขึ้น (cm.)		ปริมาณน้ำที่ใช้ (cm ³)
	เริ่มต้น	หลังการทดลอง 1 สัปดาห์	2 วัน	1 สัปดาห์	
0.01					
0.02					
0.03					
0.05					
0.10					
0.20					
น้ำกลั่น					

3. คำถามนำไปสู่การอภิปราย

- อธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงของต้นกล้าในแต่ละชุดการทดลอง
- ทำไมพืชส่วนมากจึงไม่สามารถดูดซึมน้ำจากดินที่มีสารถูกละลายเข้มข้นมากได้
- ทำไมพืชบางชนิดจึงขึ้นได้ดีในดินที่เค็มจัด ๆ เช่น ดินชายทะเล เป็นต้น

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยการทดลอง

การทดลอง เรื่อง การเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 การทดลองนี้ต้องการให้นักเรียนศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
 ในระหว่างที่ต้นถั่วมีการเจริญเติบโต

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำการทดลองนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

- สังเกต บันทึก และสรุปการเปลี่ยนแปลงของราก ลำต้น ใบของต้นถั่วในระหว่างที่มีการเจริญเติบโต
- วาดรูปต้นถั่วที่อยู่ในเมล็ดถั่ว
- สรุปได้ว่าเกณฑ์ที่ใช้วัดการเจริญเติบโตของต้นถั่ว ได้แก่ น้ำหนัก และส่วนสูง
- เขียนกราฟแสดงการเจริญเติบโต และแปลความหมายได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการทดลอง	10	นาที
	ทดลอง	40	นาที
	อภิปรายหลังการทดลอง	20	นาที
	รวม	70	นาที

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม (4 คน)	ต่อ 12 กลุ่ม (48 คน)
1. เมล็ดถั่วดำ	18 เมล็ด	216 เมล็ด
2. ตาชั่ง	-	1 เครื่อง
3. กล่องพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 cm	1 ใบ	12 ใบ
4. สำลี	-	$\frac{1}{5}$ ม้วน
5. กระดาษชำระ	-	1 ม้วน
6. กระดาษวาดเขียน 12 cm×28 cm	1 แผ่น	12 แผ่น
7. กระดาษดินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 cm พร้อมจานรอง	1 ชุด	12 ชุด
8. กระดาษกราฟ	1 แผ่น	12 แผ่น

การเตรียมล่วงหน้า

ตอนที่ 1 ครูให้นักเรียนแช่เมล็ดถั่วดำ 8 เมล็ด 1 คืน ก่อนการทดลอง

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนชั่งน้ำหนักเมล็ดถั่วดำ 10 เมล็ด แล้วนำไปแช่น้ำล่วงหน้า 1 คืน

ก่อนการทดลอง และบรรจุทรายในกระถางประมาณ $\frac{3}{4}$ ของกระถาง

หมายเหตุ การทดลองนี้ต้องทำล่วงหน้า 3 สัปดาห์

อภิปรายก่อนการทดลอง

ตอน 1

1. เตือนนักเรียนให้หาน้ำหนักเฉลี่ยของเมล็ดถั่วดำอย่างระมัดระวังเพียง 4 เมล็ด และให้ทุกคนวาดรูปต้นอ่อน

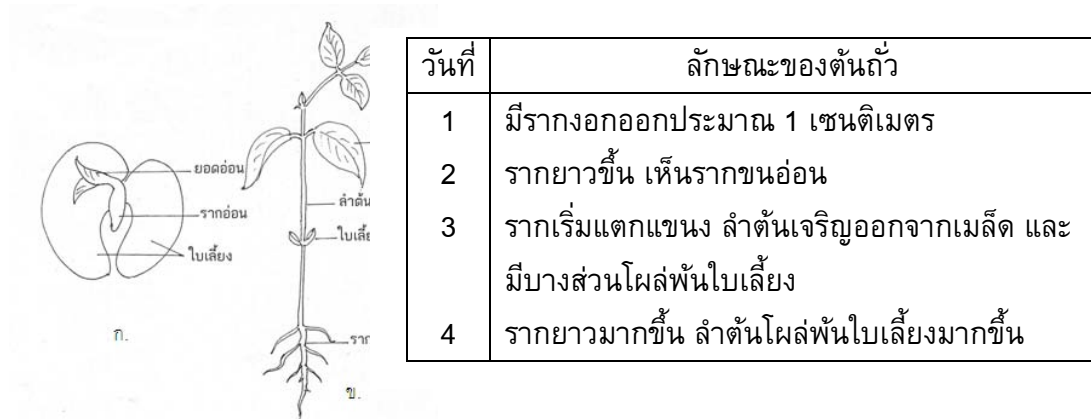
2. ครูสาธิตวิธีเพาะเมล็ดถั่วในกล่อง โดยปูกระดาษชำระที่ก้นกล่องก่อนแล้วจึงกรุด้านในด้วยกระดาษวาดเขียน วางก้อนสำลี 4 ก้อน ในระหว่างกล่องกับกระดาษวาดเขียนบนกระดาษชำระห่างกันเป็นระยะเท่า ๆ กัน รดน้ำให้ชุ่ม แล้วจึงวางเมล็ดถั่วลงบนก้อนสำลีก้อนละหนึ่งเมล็ด นำกล่องไปวางในที่ที่มีแสงสว่าง

3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายที่ต้นถั่วในวันที่ 4 แล้ววัดส่วนสูงและนับจำนวนใบเฉพาะต้นเหล่านี้ ในการวัดส่วนสูงให้วัดจากพื้นทรายจนถึงยอดของลำต้น ต้นใดที่งอกหลังจากวันที่ 4 ให้ถอนทิ้ง

4. เตือนให้ระวังสัตว์บางชนิด เช่น หนู นก มากัดทำลายต้นถั่วที่งอกแล้ว

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตอน 1



ภาพที่ 3.5 ต้นอ่อนของถั่ว(ก) และต้นกล้าถั่ว(ข)

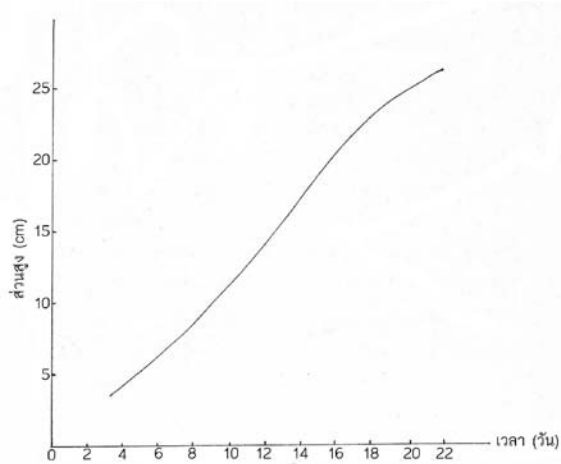
ตอน 2

ตารางที่ 3.3 บันทึกการเจริญเติบโตของต้นถั่ว

วันที่	จำนวนใบเฉลี่ย	ส่วนสูงเฉลี่ย	น้ำหนักเฉลี่ย
1	-	-	0.2
2	-	-	-
3	-	-	-
4	2	8.2	-
5*	-	-	-
6*	-	-	-
7	2	8.4	-
8	2	9.4	-
9	2	10.0	-
10	4	11.0	-
11	4	11.8	-
12*	-	-	-
13*	-	-	-
14	4	15.5	-
15	6	16.5	-
16	6	18.0	-
17	6	19.5	-
18	8	20.0	-
19*	-	-	-
20*	-	-	-
21	8	21.6	3.2

*ไม่ได้วัดเนื่องจากเป็นวันหยุด

ตัวอย่างกราฟแสดงการเจริญเติบโตของต้นถั่ว



ภาพที่ 3.6 กราฟการเจริญเติบโตของต้นถั่ว

อภิปรายหลังการทดลอง

ตอนที่ 1

ครูให้นักเรียนแช่เมล็ดถั่วดำ 8 เมล็ด 1 คืน ก่อนการทดลอง

1. รากเป็นส่วนแรกที่ยกพื้นเมล็ดออกมาก่อนและยอดเป็นส่วนที่ยกต่อมา
2. รากและลำต้นเจริญมาจากต้นอ่อนซึ่งอยู่ระหว่างใบเลี้ยง
3. ต้นถั่วที่ปลูกในกล่องได้อาหารจากการสังเคราะห์แสงที่ใบ ได้รับเกลือแร่ที่มีอยู่ในน้ำ

ตอนที่ 2

ครูใช้คำถามในบทเรียนประกอบการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนสรุปว่า

1. ต้นถั่วมีการเจริญเติบโต ซึ่งวัดได้จากส่วนสูง จำนวนใบ และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น
2. ลำต้นและรากของต้นถั่วที่ปลูกในกระถาง สมบูรณ์กว่าที่ปลูกในกล่อง เนื่องจากได้รับเกลือแร่ที่มีอยู่ในทราย ซึ่งมีปริมาณมากกว่าเกลือแร่ในน้ำ
3. ในระหว่างที่มีการเจริญเติบโต จะมีส่วนสูงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในระยะแรก แต่ระยะต่อมาส่วนสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อไป ๆ จะพบว่าส่วนสูงเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนกระทั่งคงที่ในที่สุด
4. ถ้าย้ายต้นถั่วที่ปลูกในกล่องต่อไปจนกระทั่งต้นถั่วออกดอกและมีเมล็ด จะพบว่าส่วนสูงเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนกระทั่งคงที่ และเมื่อนำผลมาเขียนกราฟจะได้เส้นกราฟในช่วงหลังคงที่

ในการทดลองตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มอาจจะได้ผลการทดลองต่างกัน ครูควรนำอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อหาสาเหตุว่าเนื่องมาจากสภาวะแวดล้อม เช่น ได้รับแสงไม่เท่ากันหรือรดน้ำไม่สม่ำเสมอ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การที่ต้องวางกล่องพลาสติกและกระดาษไว้ให้ได้แสงสว่างเท่า ๆ กัน เพราะแสงมีผลต่อการยืดตัวของลำต้นและการเจริญของใบ ต้นที่ได้รับแสงน้อยจะยืดตัวสูงกว่า ใบสีเขียวและขนาดก็เล็กกว่า

รายละเอียดต่อไปนี้มีไว้สำหรับครู ไม่ต้องนำไปสอนนักเรียน

เมื่อพิจารณาลักษณะภายในเมล็ดถั่วดำโดยละเอียดจะพบว่า ต้นอ่อนติดอยู่กับใบเลี้ยงที่ตำแหน่งหนึ่ง ซึ่งเป็นตำแหน่งที่แบ่งต้นอ่อนเป็นส่วนยอดอ่อน (plumule) และส่วนรากอ่อน (radicle) ระหว่างยอดอ่อนและใบเลี้ยงมีส่วนที่จะเจริญไปเป็นต้น เรียกว่า ต้นอ่อนส่วนบน (epicotyl) และระหว่างรากอ่อนกับใบเลี้ยง มีส่วนที่เจริญไปเป็นต้นเช่นกัน เรียกว่า ต้นอ่อนส่วนล่าง (hypocotyl)

การจัดการเรียนรู้แบบอภิปราย (Discussion)

การอภิปรายโดยทั่วไป หมายถึง การที่คนกลุ่มหนึ่งมีความสนใจในเรื่องหรือปัญหาเดียวกัน ได้มารวมพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันโดยร่วมกันพิจารณา หรือสำรวจและตรวจสอบในหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่ต้องการค้นหาคำตอบ อย่างรอบคอบ ในการอภิปรายผู้ร่วมอภิปรายทุกคนจะมีความเห็นโต้แย้ง หรือสนับสนุนด้วยเหตุผลและหลักฐานเพื่อไปสู่คำตอบด้วยความบริสุทธิ์ใจ มิใช่เพื่อปะทะคารมกันเหมือนการโต้เถียง

ดังนั้นการอภิปรายจึงมีลักษณะดังนี้

1. การอภิปรายเป็นการกำหนดวิถีทางที่จะนำไปสู่การค้นพบ เพราะผลที่ได้รับจากการอภิปรายเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถยืนยันถึงความถูกต้องของคำตอบได้ และการอภิปรายก็ไม่ได้เป็นการสร้างความรู้ใหม่ ดังนั้นการอภิปรายจึงเป็นสิ่งที่ทำให้เห็นเส้นทางที่จะไปสู่การค้นพบในสิ่งที่ต้องการเท่านั้น

2. ผลของการอภิปรายที่เชื่อถือได้ ควรจะมีสิ่งที่มาสนับสนุน เช่น ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการทดลอง เป็นต้น

3. การอภิปรายเป็นการสนับสนุนการทำงานแบบประชาธิปไตย กล่าวคือ ผู้ร่วมอภิปรายสามารถแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ มีทั้งการรับและการให้คือการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเรื่องราวต่าง ๆ ระหว่างผู้ร่วมอภิปราย

การจัดการเรียนรู้แบบอภิปรายเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นมีส่วนร่วมในกิจกรรม เป็นการพัฒนาสติปัญญา และช่วยให้มีประสบการณ์กว้างขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และเป็นผลดีสำหรับครูที่จะทราบว่านักเรียนคนใด มีความสามารถพิเศษทางด้านใดหรือมีปัญหาอะไรบ้าง

อีกประการหนึ่งซึ่งนับว่าสำคัญมาก คือ การฝึกให้นักเรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ฝึกการแก้ปัญหาาร่วมกันโดยรับฟังเหตุผลของกันและกัน เป็นการปลูกฝังแนวความคิดแบบประชาธิปไตยอย่างแท้จริง

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่าการอภิปรายมีประโยชน์ต่อกระบวนการเรียนรู้อย่างยิ่ง การอภิปรายอาจมีได้หลายรูปแบบ เช่น อภิปรายเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น หรือการแบ่งกลุ่มย่อย อภิปราย ตั้งแต่การอภิปรายแบบแคบโดยการถาม-ตอบ ไปจนถึงการอภิปรายที่ไม่จำกัดขอบเขต การจัดการเรียนรู้โดยการอภิปรายครูและนักเรียนมีบทบาทดังนี้

1. การอภิปรายส่วนใหญ่อยู่ที่ตัวนักเรียน นักเรียนจะตั้งคำถามคำตอบโต้แย้ง และสนับสนุนในกลุ่ม

2. บทบาทครู

2.1 เป็นผู้สร้างบรรยากาศในการถกแถลง

2.2 เป็นผู้เสริมข้อสรุปหรือประเด็นที่นักเรียนพูดไว้ไม่กระจ่างชัด ให้มีความรัดกุม

ยิ่งขึ้น

2.3 เป็นผู้คอยชี้แนวทางให้นักเรียน เห็นการแก้ปัญหาและการดำเนินงานหลาย ๆ วิธี

2.4 อยู่เบื้องหลังของการอภิปรายที่จะดำเนินไปตามความมุ่งหมาย

การอภิปรายสามารถใช้ควบคู่กับการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ และควรใช้ในกรณีต่อไปนี้

1. เพื่อช่วยนักเรียนกำหนดปัญหาและขอบเขตหลังจากการสาธิต

2. เมื่อจะวางแผนการแก้ปัญหาร่วมกัน

3. เมื่อกลุ่มแต่ละกลุ่มจะวางแผนทำงานเป็นการซ้อมความเข้าใจระหว่างคนในกลุ่มและแบ่งหน้าที่การงาน

4. เมื่อคนในกลุ่มย่อยจะได้อภิปรายผลของการทดลองหรือผลของการค้นคว้าก่อนที่จะเสนอรายงาน

5. เพื่ออภิปรายผลการทดลองหรือค้นคว้าหน้าชั้น

6. เพื่อช่วยให้นักเรียนได้สรุปหลักเกณฑ์ด้วยตนเอง จากข้อมูลและสรุปการนำหลักเกณฑ์ไปใช้
7. เพื่อฝึกให้นักเรียนได้รู้จักคิด
8. เมื่อปัญหานั้นยังไม่มีคำตอบแน่นอน

ประเภทของการอภิปราย

การอภิปรายที่ใช้กันอยู่อาจจะจัดได้หลายแบบด้วยกัน

1. การอภิปรายที่ผู้อภิปรายแต่ละคนพูดเรื่องที่ตนได้รับมอบหมายให้ไปค้นหา กลุ่มอภิปรายมักจะประกอบด้วยผู้อภิปราย 2-5 คน แต่ละคนจะได้รับมอบหมายปัญหาให้ไปค้นมาบรรยาย ช่วงการบรรยายจะมีข้อมูล อุปกรณ์ประกอบการอภิปราย และมีผู้ดำเนินรายการคอยสรุปแนวความคิดอย่างละเอียดให้ฟัง

การอภิปรายแบบนี้ช่วยให้ผู้ฟังมีความรู้และแนวความคิดที่ละเอียดกว้างขวางพร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้ฟังได้ซักถามข้อข้องใจในตอนท้ายด้วย

2. ผู้อภิปรายทุกคนอภิปรายในเรื่องเดียวกัน การจัดกลุ่มอภิปรายคล้ายกับแบบแรก เรื่องที่อภิปราย มีเรื่องเดียว ผู้อภิปรายทุกคนจะแสดงความคิดเห็นของตน โดยอภิปรายในแนวใดก็ได้ การอภิปรายแบบนี้ผู้อภิปรายมีโอกาสได้ซักถามปัญหาข้อข้องใจระหว่างกันได้

การอภิปรายแบบนี้เหมาะสำหรับการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งที่สำคัญต่อคนส่วนใหญ่

3. การอภิปรายที่มีผู้อภิปรายสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งเป็นตัวแทนของผู้ฟังและอีกกลุ่มเป็นวิทยากร โดยมีผู้ดำเนินการอภิปราย กลุ่มตัวแทนผู้ฟังเป็นฝ่ายถาม และกลุ่มวิทยากรเป็นฝ่ายตอบ

การอภิปรายแบบนี้เหมาะสมกับการประชุมอบรม

4. การอภิปรายร่วมกันโดยมีที่ปรึกษา การอภิปรายแบบนี้ทุกคนเป็นผู้ร่วมอภิปราย แบ่งหน้าที่เป็นประธาน ผู้ดำเนินการอภิปราย วิทยากร และเลขานุการ

วิธีดำเนินการอภิปราย

ในการอภิปรายจะแบ่งคนออกเป็นสองฝ่าย คือ ฝ่ายผู้ทำการอภิปรายกับฝ่ายผู้ฟัง

ในกลุ่มของผู้ทำการอภิปราย จะมีประธานทำหน้าที่เป็นผู้นำการอภิปราย คือ เป็นผู้กำกับการอภิปรายนั่นเอง ผู้นำการอภิปรายอาจจะเป็นครูหรือเลือกจากผู้ทำการอภิปรายคนใดคนหนึ่งโดยครูเป็นผู้เลือกหรือกลุ่มผู้อภิปรายเลือกกันเองก็ได้ ผู้นำการอภิปรายจะต้องเป็นบุคคลที่มีความคิดกว้างมองประเด็นของปัญหาออก และตัดสินใจได้ฉับไว เพราะผู้ทำการ

อภิปรายจะเป็นผู้เสนอปัญหา นำการอภิปราย มอบให้ผู้ใดผู้หนึ่งเป็นผู้ตอบสรุปประเด็นสำคัญๆ
นำการอภิปรายไม่ให้ออกนอกทางและเป็นผู้สรุปผลการอภิปราย

การดำเนินการอภิปรายจะแบ่งเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นนำสู่หัวข้ออภิปรายและชั้นอภิปราย

1. การนำเข้าสู่หัวข้ออภิปราย เป็นจุดเริ่มต้นของการอภิปรายเริ่มด้วยประธานกล่าว
คำแนะนำให้ผู้ฟังทราบหัวข้อที่จะอภิปรายและแนะนำสมาชิกผู้ทำการอภิปรายแต่ละคนต่อผู้ฟัง

2. การอภิปราย เป็นชั้นที่สมาชิกผู้ทำการอภิปรายซึ่งปกติจะมีการเตรียมตัวมาพร้อม
ผู้ฟัง (นักเรียนส่วนที่เหลือ) ก็เตรียมตัวมาพร้อมแล้วเช่นกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอนจะต้อง
พร้อมมากกว่าคนอื่น ๆ กรณีที่ประธานการอภิปรายยังไม่เคยทำหน้าที่มาก่อน ครูอาจจะรับหน้าที่
นี้ไปก่อนจนกว่านักเรียนจะทำได้ การอภิปรายจะเริ่มจากประธานใช้คำถามถามให้เกิดปัญหา
แล้วให้สมาชิกแต่ละคนแสดงความคิดเห็น อาจจะเขียนหัวข้อการอภิปรายไว้บนกระดานดำ และ
อาจจะมีการใช้อุปกรณ์เครื่องฉาย เช่น เครื่องฉายสไลด์ ฯลฯ ประกอบด้วย ประธานต้องคอย
กำกับการอภิปรายให้ดำเนินไปตามวัตถุประสงค์ ส่วนครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยง ตอนใดที่เป็น
คำถามวกวนไม่กระจ่าง ไม่ตรงประเด็น ครูอาจจะชี้แจงเพิ่มเติม อาจจะตบยอและสรุปให้ที่
ประชุมได้ทราบ

ลักษณะการอภิปรายที่ดี

1. ต้องมีความมุ่งหมาย
2. ควรมีหลักฐานสำคัญ ๆ จากแหล่งที่เชื่อถือได้สนับสนุนการอภิปราย เช่น สถิติต่าง ๆ
จากการค้นคว้าวิจัย เป็นต้น
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายโดยทั่วถึง
4. ทุกคนต้องมีความเคารพความคิดเห็นของคนอื่น เมื่อความคิดของคนอื่นถูก และมี
เหตุผลเพียงพอก็ต้องยอมรับ ถึงแม้ว่าจะขัดแย้งกับความคิดเห็นของตนเอง
5. การเลือกหัวข้อปัญหาที่จะอภิปราย ควรมีความสำคัญ และมีความหมายต่อนักเรียน
และชุมชน
6. การอภิปรายต้องนำไปสู่ข้อสรุปอย่างใดอย่างหนึ่ง
ตัวอย่างการสอนชีววิทยา - ภาวะโลกร้อน
- ภาวะมลพิษ

การจัดการเรียนรู้โดยการศึกษาออกสถานที่ (Field Trip)

การสอนโดยการศึกษาออกสถานที่ คือการที่พานักเรียนไปศึกษาแหล่งความรู้ ที่อยู่นอกโรงเรียน เช่น สอนเรื่องระบบนิเวศน์แบบน้ำเชื่อมก็อาจจะพานักเรียนไปศึกษาบริเวณน้ำตกหรือบริเวณต้นน้ำลำธาร หรือแม่น้ำลำคลอง ซึ่งจะได้เห็นการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ที่มีการปรับตัวให้เหมาะสมกับแหล่งที่อยู่อาศัยได้ หรือในบทเรียนเรื่องการจัดจำพวกสัตว์ เราอาจจะพานักเรียนไปเก็บตัวอย่างสัตว์ เพื่อนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ เช่น การไปจับแมลง หรือไปรวบรวมสัตว์น้ำ จากบริเวณสะพานปลาโดยเก็บตัวอย่างจากเรือหาปลา พาไปชมโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

การสอนโดยวิธีนี้ เป็นวิธีที่จัดว่ามีจุดเด่นอยู่มาก เพราะเป็นการศึกษาจากสภาพการณ์ที่เป็นจริงนักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรง เพราะสิ่งที่ได้พบเห็นในธรรมชาติบางอย่างไม่สามารถนำเข้ามาในห้องเรียนได้และบางอย่างยากที่จะอธิบายให้เข้าใจได้เท่ากับการศึกษาจากของจริง นอกจากนี้การเดินทางยังทำให้เกิดความตื่นตัว รู้สึกผ่อนคลายความตึงเครียด

ถึงแม้ว่าการสอนโดยวิธีนี้จะมีข้อดีอยู่มาก แต่โอกาสในการจัดสถานการณ์ดังกล่าวก็ไม่เอื้ออำนวยให้กระทำได้อย่างบ่อยนัก เพราะการจัดแต่ละครั้งสิ้นเปลืองทั้งค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางมาก ตลอดจนเรื่องของความปลอดภัยในการเดินทาง

การพานักเรียนไปศึกษาออกสถานที่ครูจะต้องเตรียมการในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ ในการศึกษาสถานที่ครูจะต้องกำหนดจุดประสงค์ให้แน่นอนลงไป วัตถุประสงค์จะต้องมีลักษณะที่ทำให้เกิดคุณค่าทางวิชาการ ได้ผลคุ้มค่ากับการเดินทาง และควรจะเป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถทดแทนด้วยวิธีอื่น ๆ การจัดพานักเรียนไปศึกษาแต่ละครั้งครูจะต้องคิดทบทวนดูให้ดีว่า จำเป็นเพียงใดที่จะต้องพานักเรียนไป สิ่งที่จะไปศึกษาเกี่ยวข้องกับวิชาที่เรียนจริง ๆ และคิดว่าเมื่อไปศึกษาแล้วจะได้ประโยชน์อะไรบ้าง สภาพแวดล้อมในสถานที่ที่จะศึกษานั้นมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใดต้องเสี่ยงกับอันตรายอะไรบ้าง

2. การวางแผนก่อนไปศึกษา ครูต้องมีการเตรียมการ มีการวางแผนงานล่วงหน้าเป็นระยะเวลาพอสมควร งานที่ครูต้องเตรียม ได้แก่

2.1 การสำรวจเส้นทาง ครูต้องไปสำรวจแหล่งที่จะไปศึกษาก่อนอาจจะไปกับครูในคณะที่จะไปศึกษา รวมถึงผู้แทนนักเรียนด้วยก็ได้ การสำรวจเส้นทางนี้ เริ่มระยะทางตั้งแต่โรงเรียนว่าจะใช้เวลาเท่าไรหยุดพักที่ไหนบ้างเมื่อถึงสถานที่ศึกษาต้องแจ้งให้ผู้รับผิดชอบสถานที่ทราบถึงวัตถุประสงค์ในการมาศึกษา ซึ่งทางสถานที่จะได้เตรียมจัดเจ้าหน้าที่นำชมและตอบข้อซักถามของนักเรียนได้ตรงเป้าหมาย การสำรวจนี้ครูจะได้พบเห็นของจริง และจะได้จัดแบ่งเวลาเดินทางไป เวลาที่ใช้ในการศึกษา และเวลากลับให้เหมาะสม

2.2 ทบทวนวัตถุประสงค์หลังจากที่ครูได้ไปพบเห็นของจริงมาแล้ว กลับมาทบทวนวัตถุประสงค์ใหม่ว่าสามารถเป็นไปตามที่ต้องการได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็ทำการปรับปรุงใหม่ พร้อมทั้งพิจารณากำหนดการใหม่ ให้มีความเหมาะสมกับเวลาและสถานที่ที่จะไปศึกษา

2.3 จัดเตรียมคำถามให้นักเรียนหาคำตอบในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้รวมถึงการมอบหมายงานให้นักเรียนทำ

2.4 แจ้งให้นักเรียนทราบถึงแหล่งที่จะไป ครูอาจจะเล่าเรื่องคร่าว ๆ เกี่ยวกับแหล่งที่จะไปถ้ามีรูปภาพ มีสไลด์ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ที่จะไปศึกษาประกอบด้วยก็เป็น好事ที่จะเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจยิ่งขึ้น จากนั้นจะพูดถึงวัตถุประสงค์ในการไปศึกษา ในตอนนี้ครูอาจจะปรับปรุงวัตถุประสงค์กับนักเรียนได้อีก

2.5 จัดประชุม เมื่อตกลงที่จะไปได้แล้ว ครูจะทำการประชุมนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง เพื่อแนะนำว่านักเรียนจะต้องเตรียมอะไรไปบ้าง จะไปโดยวิธีใด วัน เวลา หมายกำหนดการ ตลอดจนครูผู้ควบคุมที่จะไปและนักเรียนสามารถที่จะขอความช่วยเหลือได้มีใครบ้าง ต้องแนะนำให้นักเรียนรู้จัก บอกงานที่นักเรียนต้องทำเมื่อไปถึง ตอนนี้ถ้าใครมีข้อข้องใจสงสัยจะซักถามได้

2.6 ทำหนังสือพร้อมกำหนดการถึงเจ้าของสถานที่ให้ทราบ

2.7 ทำหนังสือขออนุญาตจากผู้บังคับบัญชาต้นสังกัดในการพานักเรียนไปศึกษานอกสถานที่ และขออนุญาตให้ข้าราชการไปราชการต่างจังหวัด

3. การเดินทางและศึกษาสถานที่ ยานพาหนะที่จะพานักเรียนไป และผู้ควบคุม ยานพาหนะ นักเรียนและครูผู้ควบคุมจะต้องมาถึงสถานที่นัดหมายโดยพร้อมเพรียงกัน ต้องพยายามมาให้ทันเวลาอย่าให้ล่าช้าจากกำหนดเวลา เพราะจะทำให้การเดินทางล่าช้า ไม่เป็นไปตามกำหนดการ ซึ่งอาจจะเสียเวลาการทำงานของเจ้าหน้าที่ของสถานที่ที่จะไปศึกษาต้องคอยเป็นการเสียมารยาท

เมื่อถึงสถานที่ที่จะศึกษา นักเรียนต้องไม่แยกย้ายกันไปตามลำพังจะต้องเข้าพบกับเจ้าหน้าที่ของสถานที่ ซึ่งอาจจะมีการบรรยายสรุปให้นักเรียนฟังก่อนที่จะมีการนำชมในที่ต่าง ๆ หลังจากนั้นอาจจะมีการแยกย้ายเป็นกลุ่มตามที่ได้จัดไว้ แต่ละกลุ่มจะไปกับวิทยากรเจ้าของสถานที่ซึ่งจะเป็นผู้พาดูและอธิบาย นักเรียนอาจจะศึกษาจากเอกสารที่ทางสถานที่แจก หรือซักถามข้อข้องใจ จดบันทึก และการบันทึกภาพ ฯลฯ ในขณะที่เดียวกันก็ต้องสังเกตเพื่อตอบคำถามที่ครูกำหนดให้

ในตอนนี้ นักเรียนจะต้องมีความเป็นระเบียบพอสมควร อย่าได้ทำอะไรตามใจชอบ เช่น ในส่วนที่เป็นความลับ เขาไม่ต้องการให้ดู นักเรียนก็ต้องไม่พยายามหาทางหนีไปดูให้ได้

หรือของที่เขาห้ามจับแต่ต้องเราก็ไม่ควรไปจับของเขา ในบริเวณป่าสงวนมีกฎหมายห้ามนำผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากป่า ห้ามจับสัตว์ เก็บพันธุ์ไม้ ก็อย่าได้ฝ่าฝืนกฎเกณฑ์นั้น ในบางแห่งต้องการความสงบ ห้ามส่งเสียงรบกวนสัตว์ป่าซึ่งอยู่ในขณะทดลองทางระบบนิเวศน์ หรือเรื่องการสืบพันธุ์นักเรียนก็ต้องอยู่ในความสงบ และประการสุดท้ายต้องรักษาความสะอาดของสถานที่

เมื่อศึกษาจนถึงเวลาอันสมควร ก็ต้องกลับมายังที่นัดหมายเพื่อกล่าวคำขอบคุณและอำลาเจ้าของสถานที่ นักเรียนจะต้องมาให้พร้อมกันตามเวลาด้วยอย่าได้ไปเที่ยวเล่นอยู่ที่อื่น จนต้องทำให้ผู้อื่นคอยนานเป็นการไม่สมควร

4. ติดตามผล หลังจากการกลับมาศึกษาออกสถานที่ครูจะต้องติดตามผลว่าการไปครั้งนี้ได้ผลตรงตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ กิจกรรมต่าง ๆ อาจจะทำได้หลายแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ นักเรียนอาจจะใช้เอกสาร ภาพถ่ายแผนภูมิต่าง ๆ มาจัดนิทรรศการแสดงผลงาน นอกจากนี้อาจจะจัดอภิปราย การเขียนรายงานตามแนวคำถามที่ครูกำหนดไว้ก่อนไปศึกษา

ตัวอย่างการสอนแบบศึกษาออกสถานที่

การสอนเรื่อง “ระบบนิเวศน์แบบน้ำเค็ม”

1. สถานที่ที่ศึกษา สถานที่เลี้ยงสัตว์น้ำเค็ม มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน ชลบุรี และบริเวณสองข้างทางของถนนสายเลียบชายฝั่งทะเล (ถนนสายกรุงเทพ-ชลบุรีสายเก่า ผ่านสมุทรปราการ)

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาสภาพแวดล้อมแบบชายฝั่งทะเล เช่น ป่าชายเลน บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดสมุทรปราการ

2.2 เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาระบบนิเวศน์แบบทะเลจำลองของสถานเลี้ยงสัตว์ทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

2.3 ศึกษาชนิดของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตจากตู้เลี้ยงสัตว์น้ำ

2.4 ศึกษาสภาพแวดล้อมบริเวณชายหาดทรายวอนนภา หาดทรายบางแสน และหาดหินอ่างศิลา

2.5 เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้ถึงคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ เกี่ยวกับทะเล และรู้จักอนุรักษ์ให้คงสภาพที่จะใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า

3. เตรียมการก่อนออกเดินทาง

3.1 ให้ความรู้

1) เกี่ยวกับสภาพสองข้างทางที่จะผ่านไปซึ่งบางช่วงเป็นนาเกลือ บางช่วงเป็นป่าไม้ชายเลน บางช่วงเป็นป่าละเมาะ ซึ่งมีพืชล้มลุกชนิดต่าง ๆ ที่แปลกไปจากสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เช่น พวงชะคราม เป็นต้น

2) เกี่ยวกับสถานเลี้ยงสัตว์น้ำครูจะแนะนำถึง ประวัติ และวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน หลักการเลี้ยงสัตว์น้ำเค็ม ฯลฯ

3) แนะนำว่านักเรียนควรจะศึกษา เรื่องอะไร อย่างไร และจะต้องมีการจดบันทึกอะไรบ้าง อาจใช้แนวทางจากที่ครูเขียนเป็นคำถามให้ก็ได้

3.2 เตรียมการในการเดินทาง

1) ครูสำรวจจำนวนนักเรียนที่จะไปศึกษา

2) ครูและคณะผู้ควบคุม (1-2 คน) เดินทางไปสำรวจเส้นทางและติดต่อกับสถานที่ที่จะพาไปศึกษา

3) ทำหนังสือขออนุญาตพร้อมกับโครงการและกำหนดการเสนอต่อหัวหน้าสถานศึกษา เช่น อาจารย์ใหญ่ ผู้อำนวยการสถานศึกษา

4) ทำหนังสือขออนุญาตผู้ปกครองนักเรียนพร้อมใบตอบรับอนุญาต

4. การเดินทางไปศึกษา

เมื่อนักเรียนมาถึงพร้อมกันแล้วจัดนักเรียนขึ้นรถ สำรวจความพร้อมต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ออกเดินทางไปตามเส้นทาง กรุงเทพ-ชลบุรีสายเก่า ครูจะอธิบายสภาพสองข้างทางที่ผ่านไป เช่น ถนนที่กำลังเดินทางอยู่นี้เป็นถนนเรียบชายฝั่งทะเล การที่มีถนนกันเช่นนี้ จะทำให้สภาพแวดล้อม 2 ข้างของถนนแตกต่างกันได้ คือ ถนนจะกันไม่ให้น้ำเค็มข้ามไปอีกฝั่งหนึ่งได้ ดังนั้นระบบนิเวศน์ทั้งสองข้างจะมีความแตกต่างกัน ฝั่งที่อยู่ทางด้านทะเลจะเป็นหาดเลนยื่นลาดลงไป พืชที่ขึ้นจะเป็นพวกที่มีรากยึดดินได้แน่น เช่น รากค้ำจุน อย่างพวกโกงกาง เป็นต้น

เมื่อถึงสถานที่เลี้ยงสัตว์น้ำนักเรียนจะพร้อมกันเพื่อฟังคำแนะนำในการศึกษา และการนัดหมาย ก่อนที่จะแยกไปศึกษา

5. การติดตามผล

5.1 ให้นักเรียนช่วยกันจัดนิทรรศการ เรื่องระบบนิเวศน์แบบน้ำเค็ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มจัดเป็นหัวข้อย่อย ได้แก่

1) ลักษณะป่าไม้ชายเลนของฝั่งทะเล

2) ลักษณะของสัตว์ทะเลเขตต่าง ๆ ของทะเล (เขตชายฝั่ง, เขตท้องทะเลในระดับความลึกต่าง ๆ ของทะเล)

3) สาเหตุของสภาวะมลพิษที่เกิดขึ้นกับทะเลและการป้องกัน

5.2 ให้นักเรียนเขียนรายงานการเดินทางและความรู้ที่ได้จากการไปทัศนศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบโครงการวิจัย

การออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการทำโครงการวิทยาศาสตร์จะส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบนี้มีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดหลักจากแนวคิดเดิมไปเป็นแนวคิดใหม่ 4 ประการ คือ

1. จากการเรียนรู้ข้อมูลด้วยการฟังคำบรรยาย การอ่านตำรา และการตอบคำถาม เปลี่ยนมาเป็นการพัฒนาปัญญาของบุคคล เกิดความรู้ใหม่จากประสบการณ์ที่ใช้ความรู้เดิมเป็นฐาน
2. จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมหรือสังคม เปลี่ยนมาเป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในกลุ่มนักเรียนที่ได้ปฏิบัติร่วมกัน โดยได้มาจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในงานที่ร่วมปฏิบัติมาด้วยกันนั่นเอง
3. จากหลักสูตรที่เน้นเนื้อหาความรู้ในตำรา เปลี่ยนมาเป็นเนื้อหาความรู้ในตำราเป็นเพียงจุดสนใจที่จะนำไปสู่การลงมือปฏิบัติ ค้นคว้า ทดลอง และแก้ไขปัญหาจริง
4. จากครูที่มีบทบาทเป็นผู้ให้ความรู้ด้วยการบรรยาย การสาธิต เปลี่ยนมาเป็น ครูผู้นำกลุ่มนักเรียนให้มีการเรียนรู้ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ โดยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการเรียนรู้ กระตุ้นให้เกิดการค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา ตลอดจนชักชวนให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

การออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงการวิทยาศาสตร์ควรจัดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม มากกว่าการทำงานเป็นรายบุคคล ซึ่งจะได้ผลดีและมีคุณค่ามากกว่า เพราะนอกจากจะแบ่งเบาภาระการทำงานของครูแล้ว สิ่งสำคัญที่สุด คือ การฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์

การออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ บทบาทของครู คือ ผู้แนะนำประสานงานอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนซึ่งเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้า ในขั้นตอนนี้ครูจะเป็นผู้แนะนำเรื่องทั่ว ๆ ไปที่จะทำโครงการ ครูจะให้คำปรึกษาอย่างน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับระดับความคิดของผู้เรียน ซึ่งจะสอดคล้องกับประเภทของโครงการที่แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 โครงการที่ต้องแนะนำ (Guided project) เป็นโครงการประเภทที่ผู้เรียนใช้ความคิดน้อย ครูให้คำปรึกษามาก เป็นผู้กำหนดปัญหา และกำหนดวิธีการรวบรวมข้อมูล

1.2 โครงการที่แนะนำน้อย (Less guided project) เป็นโครงการที่ผู้เรียนใช้ความคิดสูง ครูให้คำปรึกษาเล็กน้อย ครูและผู้เรียนร่วมกันกำหนดปัญหา และร่วมกันกำหนดวิธีการรวบรวมข้อมูล

1.3 โครงการที่ไม่ต้องแนะนำ (Unguided project) เป็นโครงการที่นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูงที่สุด ครูให้คำปรึกษาเล็กน้อยที่สุด ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และวิธีการรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

การได้มาของหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา คือ การนำเสนอและอภิปรายจนได้หัวข้อเรื่องรวมทั้งหัวข้อย่อยภายในกลุ่ม ในขั้นนี้บทบาทของนักเรียนจะตั้งคำถามเกี่ยวกับโครงการ จัดจำแนกคำถามเป็นกลุ่ม จัดกลุ่มผู้ร่วมโครงการตลอดจนการแบ่งหน้าที่การบริหารงานกลุ่ม

2. วางแผนการทำโครงการ ครูจะช่วยเหลือกลุ่มในการวางแผน ค้นคว้า แนะนำแหล่งข้อมูล เครื่องมือ อุปกรณ์ สำหรับนักเรียนเป็นผู้วางแผนว่าจะศึกษาอะไรบ้าง เลือกแหล่งข้อมูล กำหนดบทบาท และจัดทำรายงานแผนการทำโครงการ

3. ลงมือทำโครงการ ครูเป็นผู้ช่วยแนะนำวิธีศึกษาและทักษะการค้นคว้าตลอดจนตรวจสอบ ติดตามความก้าวหน้าของกลุ่ม นักเรียนจะค้นหาคำตอบของคำถามที่ตั้งไว้ โดยรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและ/หรือการสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้อง ประมวลผลข้อมูล หาความสัมพันธ์ของผลที่ได้และสรุปผล

4. การวางแผนนำเสนอรายงาน ครูจะอภิปรายแผนการนำเสนอรายงานต่อชั้นเรียนและเตรียมการ ส่วนนักเรียนจะตรวจหาว่าต้องเตรียมอะไรบ้าง อธิบายแผนการนำเสนอ ตลอดจนเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการนำเสนอ เช่น ภาพโปสเตอร์ วีดิทัศน์ ฯลฯ

5. เสนอผลของโครงการ ครูเป็นผู้ช่วยประสานงานการนำเสนอผลงาน นักเรียนดำเนินการเสนอผลของโครงการ โดยมีนักเรียนร่วมชั้นร่วมแสดงความคิดเห็น พร้อมข้อเสนอแนะ

6. ประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้และสรุปผลของโครงการ ส่วนนักเรียนวิเคราะห์วิจารณ์ผลของโครงการของกลุ่ม โดยสะท้อนความคิดเกี่ยวกับผลที่ได้จากโครงการที่แสดงถึงการเข้าใจวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นเรียน

ในชั้นเรียนแบ่งโครงการเป็น 3 ประเภทตามผลของงาน คือ

1. โครงการสำรวจ เป็นการสำรวจสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจำแนกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอผล

อย่างมีแบบแผน เพื่อบอกถึงลักษณะหรือความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านั้นได้อย่างชัดเจน วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลอาจใช้วิธีสอบถาม สัมภาษณ์ หรือใช้เครื่องมือ เช่น แบบสังเกต แบบสอบถาม เป็นต้น

2. โครงการทดลอง เป็นโครงการเพื่อศึกษาตัวแปรต้นในเรื่องที่สนใจว่ามีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษา หรือตัวแปรตามอย่างไร โดยจัดควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการศึกษา หรือตัวแปรที่ต้องควบคุม

ขั้นตอนการทดลอง ประกอบด้วย การกำหนดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐานด้วยการทดลอง วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล แปรผล และสรุปผลการทดลอง

การออกแบบการทดลองต้องแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ที่มีตัวแปรเหมือนกัน โดยใส่ตัวแปรต้นให้กับกลุ่มทดลอง (Experiment group) ส่วนกลุ่มควบคุม (Control experiment group) ไม่ต้องใส่ตัวแปรต้นใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

3. โครงการประดิษฐ์ เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์สิ่งของ เครื่องมือ เครื่องใช้ เพื่อประโยชน์การใช้งานด้านต่าง ๆ สิ่งประดิษฐ์อาจเป็นสิ่งคิดค้นขึ้นใหม่ หรือปรับปรุงของเดิม หรือดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือเป็นการสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ประกอบการอธิบายเรื่องต่าง ๆ

นอกจากนี้โครงการวิทยาศาสตร์ยังแบ่งตามความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็น 3 กลุ่ม คือ วิทยาศาสตร์โลก วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์กายภาพ โครงการวิทยาศาสตร์เหล่านี้สามารถแทรกเข้าไปในหลักสูตรได้ โดยนักเรียนสามารถปรับปรุงให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามความสนใจ และการทำงานเป็นกลุ่ม และการทำงานโครงการจะมีคุณค่าจะต้องทำถึงขั้นสุดท้าย คือ การนำเสนอผลของโครงการ ซึ่งอาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น การโฆษณา การแสดงละคร การแสดงหุ่นกระบอก การสร้างปะติมากรรม การรายงาน วีดีทัศน์ และการสร้างแบบจำลองโดยคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

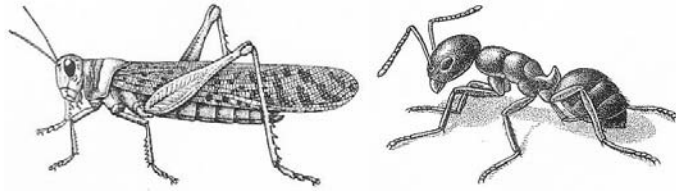
ตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

โครงการละครชีววิทยา (Biodrama)

ให้นักเรียนเขียนบทละครเกี่ยวกับส่วนประกอบของเซลล์และกระบวนการทางชีววิทยาของเซลล์ นักเรียนที่เป็นผู้กำกับการแสดง เป็นผู้เลือกนักเรียนที่จะแสดง และจัดการฝึกซ้อมเพื่อแสดงให้เพื่อนนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ชม นักเรียนอาจทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเซลล์ที่จะนำมาทำละคร เช่น เรื่องเซลล์มะเร็ง การแบ่งเซลล์ การนำสารผ่านเข้า-ออกเซลล์

โครงการศึกษาแมลง

ให้นักเรียนศึกษาแมลงที่เขาสนใจ ค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับแมลงชนิดนั้น ทั้งด้านสัตววิทยา วิทยาศาสตร์ และนิเวศวิทยา รวมถึงประโยชน์และโทษต่อมนุษย์ จากงานวิจัยที่มีผู้ศึกษาไว้ก่อนแล้ว นำมาสร้างแบบจำลองโดยใช้วัสดุตามที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสม เพื่อนำเสนอผลงานวิจัยต่อชั้นเรียน



ภาพที่ 3.7 โครงการเกี่ยวกับแมลง

โครงการออกแบบสิ่งมีชีวิต

ให้นักเรียนเลือกใช้วัสดุตามความต้องการเพื่อออกแบบสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนคิดว่าอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่กำหนด โดยครูเป็นผู้กำหนดสภาพแวดล้อมจริงให้ เช่น ป่าทึบ หรือป่าโปร่ง ทุ่งหญ้า สวนสาธารณะหรือสนามเด็กเล่น สระน้ำ นักเรียนต้องเตรียมตัวเพื่ออธิบายเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ที่สิ่งมีชีวิตจะอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นได้ สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นจะต้องมีลักษณะใดบ้างที่ใช้ป้องกันตัวจากการถูกล่า พร้อมยกตัวอย่างประกอบ ระบุอาหารที่กิน

โครงการศึกษาการกินอาหารของนก

ให้นักเรียนศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของนกในท้องถิ่น นักเรียนจะต้องสร้างที่ให้อาหารนก โดนศึกษาจากเอกสารต่าง ๆ การติดตั้งที่ให้อาหารจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่สังเกตเห็นได้ง่าย และนกสามารถเข้ากินอาหารได้ทุกทิศทาง นักเรียนจะศึกษาโดยการเฝ้าสังเกตลักษณะและพฤติกรรมการกินอาหารของนก ศึกษาสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการกินอาหาร ตั้งคำถามหรือปัญหาจากสิ่งที่สังเกต เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ศึกษาทฤษฎีหรือหลักการจัดการเรียนรู้ของนักการศึกษาที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมกับการเรียนการสอนสาระชีววิทยา เพื่อนำมาวิเคราะห์ว่าจะสามารถนำไปใช้ได้อย่างไร และเหมาะสมกับวิธีการเรียนรู้แบบใด
2. ศึกษาปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในการเรียนรู้สาระชีววิทยาในโรงเรียนที่นักศึกษาจะออกไปทำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพตามหัวข้อที่กำหนดให้ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ และหาแนวทางแก้ปัญหา
3. ให้นักศึกษานำเสนอกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สาระชีววิทยา เพื่อเตรียมตัวออกไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโรงเรียนมัธยมศึกษา
4. ฝึกทักษะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยศึกษาเนื้อหาสาระชีววิทยา และเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา