

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาเกี่ยวกับผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ โดยศึกษาจำแนกตามระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ และ 3) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ

ในการศึกษาดังนี้ประชากรเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนราชวินิตบางเขน ในเขตกรุงเทพมหานคร ระดับชั้นละ 2 ห้องเรียน รวม 6 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 245 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลมีทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 รวม 3 ฉบับ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1 ฉบับ แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 1 ฉบับ และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ 1 ฉบับ รวมเครื่องมือทั้งสิ้น 6 ฉบับ

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทดลองสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ในกลุ่มทดลอง ระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 3 ห้องเรียน และสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติในกลุ่มควบคุม ระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 3 ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบต่อห้องเรียนเป็นเวลาที่ใช้ในการทดลองห้องเรียนละ 30 คาบต่อห้องเรียน รวมเวลาที่ใช้ทั้งหมด 180 คาบ ผู้วิจัยทำการทดสอบมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังทดลอง นอกจากนี้ยังดำเนินการสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ จำนวน 16, 14 และ 14 เรื่องในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลทำโดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์คะแนนมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for MS Windows Release 6.0

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ในชั้นการศึกษาสำรวจในระดับที่ควรปรับปรุง ในชั้นการสร้างมโนทัศน์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ และในชั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้มีอยู่ในระดับพอใช้และระดับที่ควรปรับปรุง ระดับละ 5 พฤติกรรมเท่ากัน

2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นการสร้างมโนทัศน์ อยู่ในระดับที่ดีกว่าในชั้นการศึกษาสำรวจและชั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง มีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ดีกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ปานกลางและต่ำ ในทุกขั้นตอนการเรียนการสอน

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติในทุกระดับชั้น เมื่อทดสอบนัยสำคัญพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านทั้ง 3 ด้าน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกระดับชั้น

4. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ในทุกระดับชั้น เมื่อทดสอบนัยสำคัญพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านทั้ง 3 ด้าน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธี
 วงจรการเรียนรู้ นั้น มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่
 ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
 .05 ในขณะที่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการให้
 เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอน
 ด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอน
 ด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ในทุกระดับชั้น เมื่อทดสอบนัยสำคัญพบว่า
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยใน
 แต่ละด้านทั้ง 3 ด้าน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบ
 ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอน
 ด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ นั้น มีมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผล
 เชิงวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยวิธี
 วิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธี
 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ในทุกระดับชั้น เมื่อทดสอบนัยสำคัญพบว่า นักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้าน
 ทั้ง 3 ด้าน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีระดับความสามารถ
 ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ นั้น มีคะแนนเฉลี่ยการให้
 เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนเฉลี่ย
 มโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยมาอภิปรายผล ตามลำดับดังต่อไปนี้

1. จากผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน อภิปรายดังนี้

1.1 จากการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนมีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ในขั้นการสร้างมโนทัศน์ในระดับพอใช้ และในขั้นการศึกษาสำรวจและขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ควรปรับปรุง น่าจะเป็นเพราะว่า ในขั้นการสร้างมโนทัศน์เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปความรู้และครุมีการแนะนำ นักเรียนมีโอกาสได้ปรับปรุงความรู้ความเข้าใจของตนเอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในขั้นนี้ในระดับดี ทั้งนี้เรนเนอร์และสต๊าฟฟอร์ด (Renner and Stafford, 1979) ได้อธิบายไว้สรุปได้ว่า ในขั้นการสร้างมโนทัศน์เป็นขั้นที่นักเรียนได้รับคำอธิบายหรือความรู้บางอย่างเพิ่มเติม เพื่อช่วยให้เข้าใจความหมายของแบบแผนปรากฏการณ์ที่ได้จากการศึกษาสำรวจ ซึ่งทำให้นักเรียนได้ปรับโครงสร้างทางความคิดเพื่อลดภาวะอสมดุลที่เกิดขึ้น

นอกจากนี้การที่นักเรียนมีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ในขั้นการศึกษาสำรวจและขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ ในระดับที่ควรปรับปรุงนั้น น่าจะเป็นเพราะว่าการเรียนการสอนในขั้นการศึกษาสำรวจและขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยคิดวิธีการและลงมือทำตามแนวความคิดของนักเรียนเอง เพื่อสร้างความรู้ พฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ในขั้นการศึกษาสำรวจ และขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิด การแสดงความคิดเห็น และการให้เหตุผล ซึ่งในการแสดงพฤติกรรมเหล่านี้ นักเรียนจำเป็นต้องใช้ความสามารถทางสติปัญญาของตนเอง ดังนั้นจึงน่าจะทำให้ นักเรียนมีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ในทั้ง 2 ขั้นดังกล่าว ในระดับที่ควรปรับปรุง

เมื่อดูในภาพรวมแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในระดับพอใช้และควรปรับปรุง ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะว่า นักเรียนพึงจะได้รับการเน้นเกี่ยวกับพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เมื่อได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ ดังนั้นหากนักเรียนได้รับการส่งเสริมอย่างต่อเนื่อง นักเรียนก็น่าจะมีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับที่ดีขึ้น

1.2 ในการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ มีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในขั้นการสร้างมโนทัศน์ อยู่ในระดับที่ดีกว่าในขั้นการศึกษาสำรวจและขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะว่า ในขั้นการสร้างมโนทัศน์เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ได้เท่าเทียมกันโดยครุมีการแนะนำ ส่วนในขั้นการศึกษาสำรวจและขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้เป็นขั้นที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองโดยมีการกำหนดสมมติฐาน ออกแบบวิธีการเพื่อทดสอบสมมติฐาน และดำเนินการทดสอบตามวิธีการที่ออกแบบไว้ พฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในขั้นการศึกษาสำรวจและขั้นการนำ

มโนทัศน์ไปใช้ส่วนใหญ่ เป็นพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านการให้เหตุผล ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องใช้ความสามารถทางสติปัญญาของตนเองในการแสดงพฤติกรรมเหล่านี้ ดังนั้นจึงน่าจะทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นการศึกษามโนทัศน์ อยู่ในระดับที่ดีกว่าในชั้นการศึกษาสำรวจและชั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ ในทุกกลุ่ม และจากข้อค้นพบดังกล่าวยืนยันได้ว่าการที่นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองและครูมีการแนะนำนั้น เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดี

จากการศึกษายังพบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง มีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ดีกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ปานกลางและต่ำ ในทุกขั้นตอนการเรียนการสอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงมีความสามารถที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีความตั้งใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนมาก ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ปานกลางและต่ำ มีระดับความสามารถไม่สูงพอที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มอาจขาดความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นหรือลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง ตลอดจนมีความตั้งใจเรียน และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนไม่มากนัก ดังนั้นนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง มีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นการศึกษาสำรวจ ชั้นการศึกษามโนทัศน์และชั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ อยู่ในระดับที่ดีกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ปานกลางและต่ำ

2. จากผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติอภิปรายดังนี้

2.1 นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติในทุกระดับชั้น เมื่อทดสอบนัยสำคัญพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านทั้ง 3 ด้าน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกระดับชั้น ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะว่า

1) ในการเรียนตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้ นั้น นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อศึกษาสำรวจสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ และสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง ซึ่งตามแนวคิดของดิวอี้ (Dewey quoted in Martin et al., 1994: 34-35) สรุป

ได้ว่า นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ก็ต่อเมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง ดังนั้นการเรียนตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้จึงสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

2) ขั้นตอนการเรียนการสอนที่มีการจัดเรียงตามวิธีวงจรการเรียนรู้ ประกอบด้วย ชั้นการศึกษาสำรวจ ชั้นการสร้างมโนทัศน์และชั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ ตามลำดับนั้น เป็นลำดับขั้นตอนที่สอดคล้องกับแนวทางที่นักเรียนใช้ในการสร้างความรู้ ดังข้อค้นพบของ เรนเนอร์และคณะ (Renner et al., 1985; Abraham and Renner, 1986) ที่พบว่า การจัดเรียงขั้นตอนการเรียนการสอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้ตามลำดับดังกล่าว ช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ในการเรียนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ นักเรียนมีโอกาสนำเสนอความรู้เดิม ซึ่งบางครั้งความรู้เดิมเหล่านี้อาจเป็นมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ก็ได้ เมื่อนักเรียนได้อภิปรายโต้แย้ง แสดงความคิดเห็น และตรวจสอบความคิดระหว่างนักเรียนด้วยกัน นักเรียนจึงมีโอกาสปรับปรุงความคิดและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้จึงสามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดี ดังที่คาร์ปลัส (Karplus quoted in Carin, 1993: 87) อธิบายไว้สรุปได้ว่าการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และดังข้อค้นพบของแชดเบอร์น (Shadburn, 1990) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ

3) การดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนได้ศึกษาสำรวจประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม กำหนดปัญหา สร้างสมมติฐาน กำหนดวิธีการทดสอบสมมติฐาน ทำนายผล ดำเนินการทดสอบสมมติฐานและสรุปสร้างเป็นมโนทัศน์ ซึ่งในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ นักเรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ตลอดเวลา นักเรียนจึงมีโอกาสฝึก และได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องดังความเห็นของฮัดสัน (Hodson, 1993: 25) ที่ว่า ในขณะที่นักเรียนทำการศึกษาสำรวจหรือทดลองด้วยตนเอง ตามแนวทางที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดขั้นนั้น นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำเนินการเหล่านี้ นอกจากนี้การที่นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกตินั้น พบว่าสอดคล้องกับข้อค้นพบของคูโม (Cummo, 1992) และรูบินและนอร์แมน (Rubin and Norman, 1992) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ และจากข้อค้นพบของเวสต์บรูคและโรเจอร์ส (Westbrook and Rogers, 1994) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ ซึ่งได้ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นนั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นหลังการสอน

4) นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีโอกาสศึกษาสำรวจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งผลของการศึกษาสำรวจอาจทำให้นักเรียนเกิดคำถามสงสัย เมื่อนักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้เดิมหรือแบบแผนการให้เหตุผลที่มีอยู่มากอธิบายหรือตอบคำถามดังกล่าวได้ นักเรียนจึงต้องคิดหาแบบแผนการให้เหตุผลใหม่เพื่อใช้ในการค้นหาคำตอบ นอกจากนี้ในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น อภิปรายโต้แย้งและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับนักเรียนด้วยกัน กำหนดปัญหา สร้างสมมติฐาน ออกแบบวิธีการทดสอบสมมติฐาน ทำการทดสอบตามวิธีการเหล่านั้น และร่วมกันสรุปผลอย่างสมเหตุสมผล นักเรียนจำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อคิดสร้างสมมติฐานและวิธีการทดสอบ พิจารณางบชี้ตัวแปรและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดในการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งสอดคล้องดังที่ ฟรีดเลอร์และคณะ (Friedler et al., 1990: 173) ได้อธิบายไว้สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่นักเรียนใช้เพื่อบ่งชี้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ สร้างสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล นำผลที่ได้ไปใช้และทำนายผลต่อไป นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ จึงมีโอกาพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น ทั้งนี้สอดคล้องกับข้อค้นพบของชไนเดอร์และเรเนอร์ (Schneider and Renner, 1980) มาเรคและเมทเวน (Marek and Methven, 1991) และจอห์นสันและลอว์สัน (Johnson and Lawson, 1998) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบบอกให้รู้ และข้อค้นพบของรูบินและนอร์แมน (Rubin and Norman, 1992) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีความสามารถในการให้เหตุผล สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างไรก็ตามการที่นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกตินั้น อาจเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่น ๆ ดังเช่น ข้อค้นพบของลอว์สันและวอร์สนอป (Lawson and Worsnop, 1992) ที่พบว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับการเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และข้อค้นพบของโทบินและคาไพย์ (Tobin and Capie, 1982) แพดิลลาและคณะ (Padilla et al., 1983) และซุง (Hsiung, 1988) ที่ได้ข้อค้นพบสอดคล้องกันว่า ความสามารถในการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม

5) ในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนการสอนตามวิธีวงจรการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนได้พัฒนาแบบแผนการให้เหตุผลขึ้นใหม่ และสร้างมโนทัศน์ที่ได้จากผลการศึกษาสำรวจสิ่งที่ต้องการเรียนรู้แล้ว นักเรียนยังมีโอกาสนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้หรือแบบแผนการให้เหตุผลใหม่ มาใช้ศึกษาในสถานการณ์อื่นเพิ่มเติมในชั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ การเรียนรู้ในชั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้นี้ ทำให้นักเรียนได้ขยายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนรู้ พร้อมทั้งได้

แบบแผนการให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ดังความเห็นของคาร์พลุส (Karplus et al., 1980: 5/9) ที่ว่า การเรียนการสอนในชั้นการนำมโนทัศน์ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือทำซ้ำ และการฝึกปฏิบัติเพิ่มเติม หากนักเรียนไม่มีโอกาสนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่นเพิ่มเติมแล้ว นักเรียนจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น เฉพาะสถานการณ์ที่ทำการศึกษาระดับชั้นการศึกษาสำรวจเท่านั้น นอกจากนี้ในชั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ มีการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเช่นเดียวกับในชั้นการศึกษาสำรวจ ดังนั้นการเรียนการสอนในชั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ จึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

3. จากผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อภิปรายผลดังนี้

3.1 ในด้านมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ นั้น มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ในทุกระดับชั้น เมื่อทดสอบนัยสำคัญพบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงและปานกลางในทุกระดับชั้น ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะว่า ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ นั้น เปิดโอกาสให้นักเรียนทำการศึกษาระวังสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ตามวิธีการที่นักเรียนกำหนด แล้วนำผลที่ได้จากการศึกษาระวังมาสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง นอกจากนี้ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงและปานกลาง มักสนใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนและสามารถเรียนรู้ได้ต่อยอยู่แล้ว เมื่อนักเรียนเหล่านี้ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนามโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดี นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน ซึ่งน่าจะเป็นเพราะ นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีโอกาสได้ฝึกคิด ฝึกให้เหตุผล และลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง และในชั้นการศึกษาสำรวจ นักเรียนได้โต้แย้ง อภิปราย และแสดงความคิดเห็นกับนักเรียนด้วยกัน ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้

ปรับปรุงและพัฒนาโมทัศน์มากขึ้น นอกจากนี้ในขั้นการนำโมทัศน์ไปใช้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติซ้ำและฝึกหัดเพิ่มเติม ซึ่งลอว์สัน (Lawson, 1989: 275) ได้อธิบายไว้สรุปได้ว่าขั้นการนำโมทัศน์ไปใช้เป็นขั้นตอนการเรียนการสอนที่ช่วยเหลือนักเรียนที่ยังไม่สามารถคิดแบบนามธรรมจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม หรือนำโมทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปสรุปอ้างอิงในสถานการณ์อื่นได้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ จึงมีโอกาสพัฒนาโมทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น

จากการทดสอบนัยสำคัญพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำของทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนเฉลี่ยโมทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันนั้น น่าจะเป็นเพราะว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีจรรยาการเรียนรู้นั้น มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ นักเรียนเหล่านี้ต้องการความช่วยเหลือในการเรียนรู้มากกว่า นอกจากนี้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นชั้นที่เพิ่งเริ่มต้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างเป็นทางการ การสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำด้วยวิธีจรรยาการเรียนรู้เพียง 10 สัปดาห์ จึงได้ผลไม่ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของเบอร์นัท (Bernadt, 1994) ที่พบว่า พื้นความรู้เดิมของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีจรรยาการเรียนรู้ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามหากมีการนำวิธีจรรยาการเรียนรู้ไปใช้สอนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำแล้ว ควรจะมีการปรับขยายเวลาในขั้นการสร้างโมทัศน์ ซึ่งเป็นขั้นที่ครูมีการแนะนำให้มากขึ้น

3.2 ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีจรรยาการเรียนรู้นั้น มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ในทุกระดับชั้น เมื่อทดสอบนัยสำคัญพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงและปานกลาง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีจรรยาการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะว่าในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีจรรยาการเรียนรู้นั้น นักเรียนได้ทำการศึกษาสำรวจ กำหนดสมมติฐาน ออกแบบวิธีการทดสอบสมมติฐาน ทำการทดสอบตามวิธีการดังกล่าว ตลอดจนได้ฝึกหัดซ้ำและมีการปฏิบัติเพิ่มเติมในขั้นการนำโมทัศน์ไปใช้ ดังนั้นนักเรียนจึงมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงและปานกลาง

สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ การใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงช่วยส่งเสริมนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงและปานกลาง ให้มีการพัฒนาทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ นั้น มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะว่า ในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ ในชั้นการศึกษาสำรวจและชั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ นักเรียนมีโอกาสใช้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเจอร์มานน์และคณะ (Germann et al., 1996) ได้อธิบายไว้สรุปได้ว่า ในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้รับความรู้และประสบการณ์ สามารถกำหนดปัญหาได้ถูกต้อง จำแนกตัวแปรและกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้ สร้างสมมติฐาน และออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้นได้ นอกจากนี้นักเรียนเหล่านี้ ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับหนึ่งแล้วระหว่างการเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนที่ผ่านมา เมื่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ จึงมีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

จากการทดสอบนัยสำคัญยังพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงของทั้ง 2 กลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน น่าจะเป็นเพราะว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงได้รับการสอนด้วยวิธีใดก็ตาม ย่อมสามารถเรียนรู้ได้ดีเช่นเดียวกัน นอกจากนี้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ จึงได้รับการส่งเสริมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน ดังนั้นนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงของทั้ง 2 กลุ่ม จึงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำของทั้ง 2 กลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันนั้น น่าจะเป็นเพราะว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพิ่งได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ จำเป็นต้องใช้ระยะเวลามากในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถทางด้านสติปัญญาที่นักเรียนใช้ในการคิด ค้นหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นเมื่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ ภายในระยะเวลา 10 สัปดาห์ จึงอาจเห็นผลการพัฒนาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ได้ไม่ชัดเจน นอกจากนี้ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ มักมีความสนใจและเอาใจใส่ในการเรียนน้อย ขาดความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นหรือลงมือทำกิจกรรมร่วมกับนักเรียนคนอื่น ซึ่งอาจทำให้การทำกิจกรรมการเรียนการสอนบางครั้ง นักเรียนอาจไม่ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มากนัก ดังที่ไรเลย์ (Riley, 1975) ศึกษาพบว่า ผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงนั้น ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3 ในด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ นั้น มีคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ในทุกระดับชั้น เมื่อทดสอบนัยสำคัญพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะว่า ในระหว่างที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ เช่น อภิปราย ได้แย้ง แสดงความคิดเห็นหรือเหตุผลร่วมกับนักเรียนอื่น สร้างสมมติฐาน กำหนดวิธีการทดสอบ สมมติฐาน ลงมือทำการทดสอบตามแนวความคิดของตนเอง และสรุปผลเพื่อสร้างมโนทัศน์นั้น นักเรียนมีโอกาสดำเนินการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ดังที่ลอว์สัน (Lawson, 1991: 266) ได้อธิบายไว้สรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีโอกาสดำเนินคิดและฝึกให้เหตุผลด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น กระบวนการคิดเพื่อสร้างสมมติฐาน การนิรนัย การอุปนัย การสรุปอ้างอิง การให้เหตุผลในเชิงภาพรวม การให้เหตุผลในเชิงของความสัมพันธ์ การให้เหตุผลในเชิงของความเป็นไปได้ การให้เหตุผลในเชิงของความเป็นสัดส่วนและการควบคุมตัวแปร นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้จึงสามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดี นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งน่าจะเป็นเพราะว่า ในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ นักเรียนมีโอกาสดำเนินฟัง วิเคราะห์และแสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ ในระหว่างการทำงานภายในกลุ่ม ซึ่งการทำกิจกรรมเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินปรับปรุงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเองมากยิ่งขึ้น ดังที่ ลอว์สัน (Lawson quoted in Trowbridge and

Bybee, 1990: 306) ได้อธิบายไว้สรุปได้ว่าการที่นักเรียนมีโอกาสโต้แย้งและแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ นั้น มีผลต่อการพัฒนาแบบแผนการให้เหตุผลของนักเรียนมาก การใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงสามารถส่งเสริมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ ให้มีการพัฒนาทางการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น

นอกจากนี้จากการทดสอบนัยสำคัญพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงและปานกลางของทั้ง 2 กลุ่ม มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันนั้น น่าจะเป็นเพราะว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางพุทธิปัญญาอยู่ในขั้นปฏิบัติการคิดแบบนามธรรม ซึ่งเบลเกรดเดอร์ (Bell-Gredler, 1986: 208) ได้อธิบายสรุปได้ว่า นักเรียนที่มีขั้นปฏิบัติการคิดแบบนามธรรมสามารถคิดให้เหตุผลในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ โดยสามารถสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมและสามารถคิดในเชิงภาพรวม เพื่อใช้วิเคราะห์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ในสถานการณ์ที่มีหลายองค์ประกอบได้ นอกจากนี้ในระหว่างการเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 นักเรียนมีโอกาสได้ใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างการเรียนวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน เนื่องจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังที่จันท์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 71) ได้อธิบายไว้สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ตลอดจนเป็นวิธีการที่นักเรียนใช้สรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้อยู่แล้วโดยใช้เหตุใช้ผล นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จึงมีความสามารถในการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองในระดับหนึ่งอยู่แล้ว ดังข้อค้นพบของสตีสซี (Stuessy, 1988) ที่ว่า ประสบการณ์และเขาวนปัญญาของนักเรียน มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ และวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ จึงสามารถส่งเสริมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงและปานกลาง ให้มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาคั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในด้านการนำผลการวิจัยไปใช้ และแนวความคิดเกี่ยวกับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในด้านการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูวิทยาศาสตร์ควรนำวิธีวงจรการเรียนรู้ไปใช้ในสอนนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง และปานกลาง เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

1.2 สำหรับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำนั้น นักเรียนยังไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ดี ดังนั้นครูควรมีการปรับขั้นตอนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน โดยปรับเวลาในชั้นที่ครูช่วยเหลือหรือแนะนำให้มากขึ้น นอกจากนี้ครูควรส่งเสริมนักเรียนให้มีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ ในระดับที่ดียิ่งขึ้น โดยการกระตุ้นนักเรียนให้แสดงพฤติกรรมและให้การเสริมแรงเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์

1.3 ครูควรทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อประเมินระดับพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผลการประเมินดังกล่าวจะเป็นข้อมูลที่ใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป นอกจากนี้ครูอาจทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนบางคน ที่ครูต้องการปรับปรุงพฤติกรรมให้มีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

1.4 เนื่องจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีวงจรการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเพื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน ซึ่งในการทำงานเป็นกลุ่มจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่ม รวมทั้งการกล้าคิดและกล้าแสดงออกของนักเรียน ดังนั้นครูควรให้ความสำคัญในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ที่นักเรียนต่างรู้จักกันเองเป็นอย่างดีแล้ว

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนามโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับอุดมศึกษา

2.2 ควรมีการนำวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ไปใช้ศึกษาติดตามผลในระยะยาว เพื่อให้เห็นพัฒนาการของนักเรียนในด้านการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หรือเพื่อศึกษาผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อพัฒนาการทางด้านพุทธิปัญญาของนักเรียน

2.3 ควรมีการทดลองนำวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ไปใช้เพื่อศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนเช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความคงทนของการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ภาษา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

2.4 ควรมีการนำวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ไปใช้ศึกษากับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ใช้ความสามารถทางสติปัญญามากยิ่งขึ้น ตลอดจนพัฒนามโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น

2.5 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับผลการนำวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวิธีวงจรการเรียนรู้ไปใช้ของครูวิทยาศาสตร์ ในด้านตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับครู เช่น คุณภาพการสอน พื้นความรู้เดิมของครู เจตคติระหว่างครูและนักเรียน เป็นต้น



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย