การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย

วิทยานิพนธ์

ของ

วิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์

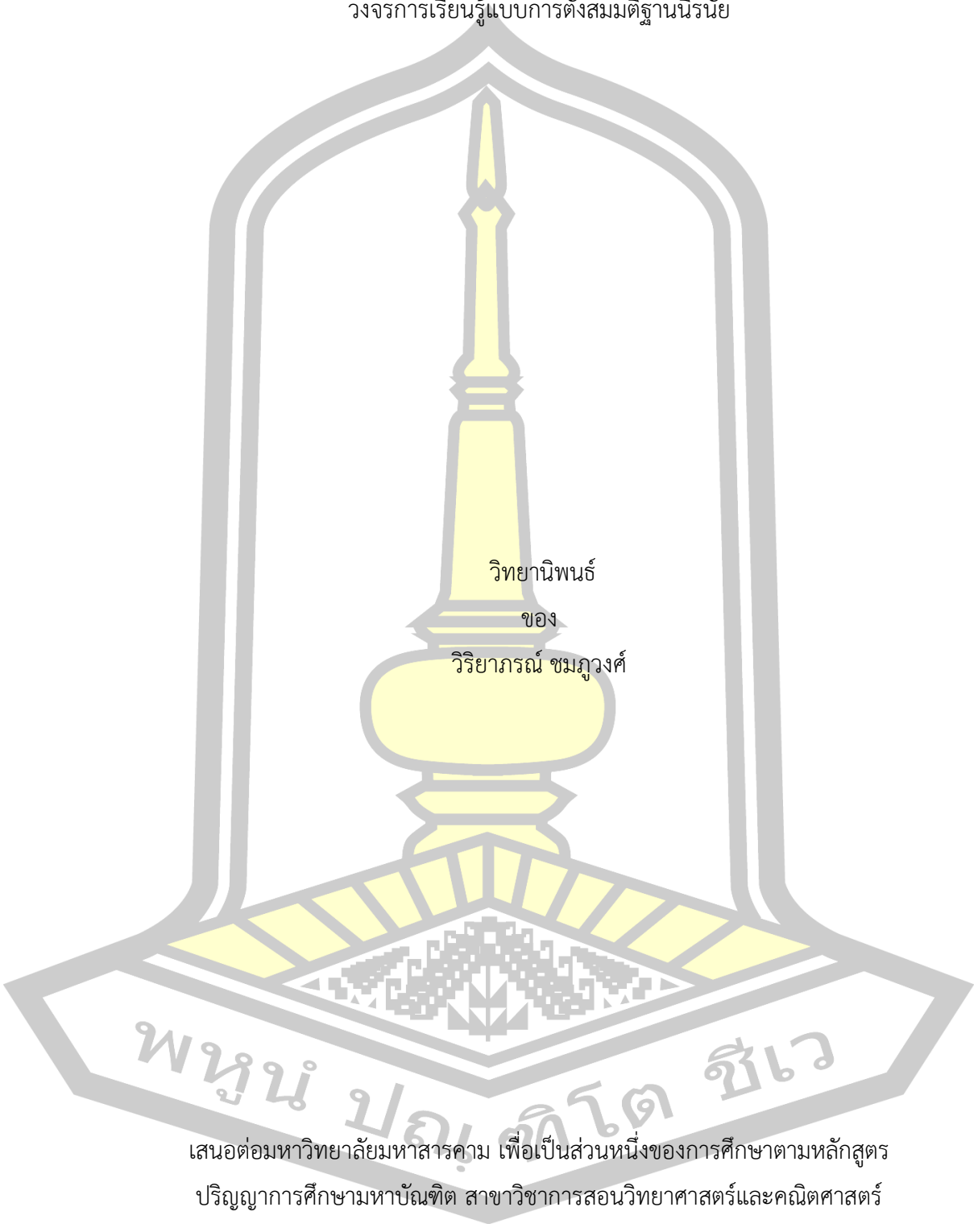
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ตุลาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย



วิทยานิพนธ์

ของ

วิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

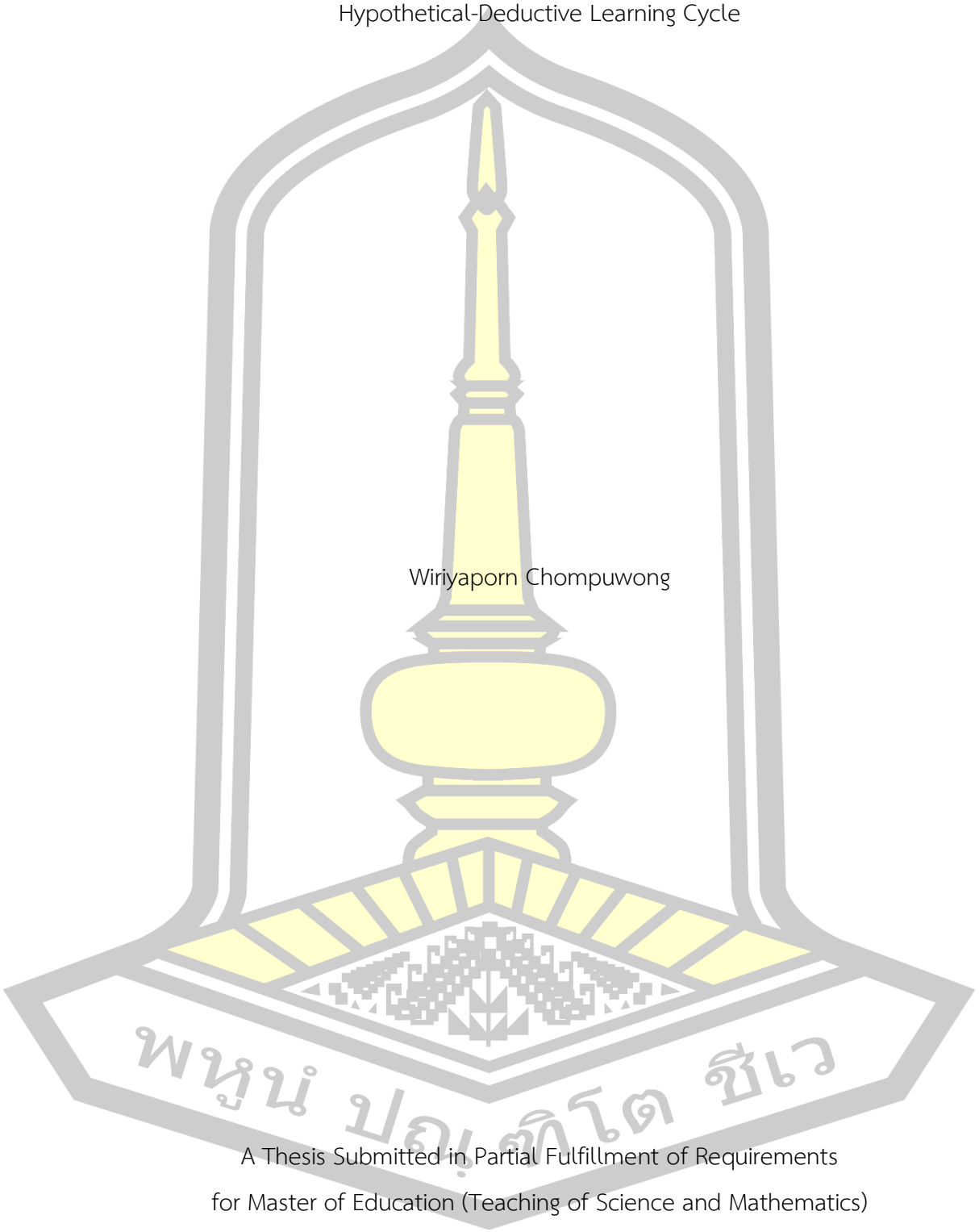
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ตุลาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Scientific Reasoning Ability of Grade 11th Students by Using the Hypothetical-Deductive Learning Cycle

Wiriyaporn Chompuwong



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

October 2020

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(อ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. สุมาลี ชูกำแพง)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิร)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย

ผู้วิจัย วิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชูกำแพง

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ให้ผ่านเกณฑ์ในระดับดี กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวาปีปทุม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 33 คน จากนักเรียนทั้งหมดจำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ 2) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ได้แบ่งรอบปฏิบัติการออกเป็น 3 วงรอบ

ผลการวิจัยจากวงรอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 33 คน มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 27.3 และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 72.7 เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ซึ่งนักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับการตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การนำเสนอข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้ และไม่สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ ด้วยเหตุนี้จึงจัดการเรียนการสอนโดยนำเสนอประเด็นที่ใช้ในการศึกษาผ่านทางสื่อวิดีทัศน์ และให้นักเรียนเข้าสืบค้นข้อมูล ความรู้ จากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 24 คน มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 54.2 และไม่ผ่านเกณฑ์ใน

ระดับดีจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 45.8 เนื่องจากนักเรียนส่วนมากสามารถระบุข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า และมีการใช้ข้อมูลรองรับข้อสรุปของตนเอง ซึ่งในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนเข้าใจในการอภิปรายผลและการวิเคราะห์ข้อมูล แต่มีเพียงส่วนน้อยที่ยังไม่เข้าใจในการวิเคราะห์ข้อมูล ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล และไม่สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ ดังนั้นผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการนำข้อสรุปมาใช้ในการคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างออกไป ด้วยเหตุนี้ในการจัดการเรียนการสอนจึงมีการให้นักเรียนได้ลงมือทำปฏิบัติการจริงและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 11 คน มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 81.8 และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 18.2 เนื่องจากนักเรียนส่วนมากสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้าและสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้ นอกจากนี้นักเรียนสามารถใช้ข้อสรุปที่ได้มาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ ซึ่งในขั้นการตั้งคำถามและการตั้งสมมติฐาน นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้อย่างมีเหตุผล และในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนเข้าใจการอภิปรายผลและการวิเคราะห์ข้อมูล จากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการสอนต่าง ๆ รวมทั้งการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย และการทำการทดลองจริงเป็นสิ่งที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและได้รับความรู้จากผลการศึกษาจริง ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากผลการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้

คำสำคัญ : ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์, ชีววิทยา, วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

TITLE The Development of Scientific Reasoning Ability of Grade 11th Students by Using the Hypothetical-Deductive Learning Cycle

AUTHOR Wiriyaporn Chompuwong

ADVISORS Assistant Professor Sumalee Chookhampaeng , Ph.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Teaching of Science and Mathematics

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2020

ABSTRACT

This study aims to develop students' scientific reasoning ability for student grade 11th by using the hypothetical-deductive learning cycle. The target group was 33 students from a total of 35 students from Wapiphatum school. The research instrument was a hypothetical-deductive learning cycle learning lesson plan. Observational instruments were scientific reasoning ability test and student behavior observation. The quantitative data were analyzed by the calculation of frequencies, Standard deviation (S.D.) and percentages. This research is action research which is divided into 3 learning cycles.

The results from the first learning cycle found that 33 target group students had the ability to scientific reasoning pass the criteria at a good level, in the amount of 9 students, equal to 27.3% and did not pass the criteria to a good level of 24 students, equal to 72.7% because students did not familiar with the teaching and learning and students did not understand about making assumptions and questions, data presentation and analysis, so students are unable to create reasonable conclusions and cannot use the conclusions from the data to make predictions or predict the possibility of upcoming situations. For this reason, the course is organized by presenting the issue through video media and allowing students to search for knowledge from various learning sources.

The results from the second learning cycle found that 24 target group students had the ability to scientific reasoning pass the criteria at a good level, in the amount of 13 students, equal to 54.2% and did not pass the criteria at a good level of 11 students, equal to 45.8%, this is because most students can identify information from the research and use the information to support conclusions. The comparison and analysis process found that students understand the discussion of results and the analysis of data but only a small part is not understanding in data analysis. As a result, students are unable to create reasonable conclusions and unable to use the conclusions from the data to make predictions or predict the possibility of upcoming situations. Therefore, the researcher has provided recommendations regarding the use of conclusions in making predictions of different situations. For this reason, teaching and learning are organized for students to do practical work and search for knowledge by themselves.

The results from the third learning cycle found that target group students had the ability to scientific reasoning pass the criteria at a good level, in the amount of 9 students, equal to 81.8% and did not pass the criteria at a good level of 2 students, equal to 18.2%, because students can identify information from the research and students can make reasonable conclusions. Also, students can use the conclusions to make predictions or predict the possibility of upcoming situations. In the questioning and assuming process, students can make reasonable assumptions. In the comparison and analysis process, students understand the discussion of the results and the analysis of the data. Learning and teaching by using various teaching media. Including searching for information from a variety of learning sources and doing real experiments, which affects the scientific reasoning ability of students. From this study, teaching and learning by using the hypothetical-deductive learning cycle can improve the scientific reasoning ability of grade 11^{th} students.

Keyword : Scientific reasoning ability, Biology, Hypothetical-deductive learning cycle

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้ข้อเสนอแนะและให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งในการทำงาน ผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างสูงยิ่ง

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรนุช ศรีสะอาด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน นางพุทธชาติ ปะกิคา นางขนิษฐา เตชะนอก และนางสาวอัมวิกา ทวยจันทร์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการสถานศึกษา และคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวาปีปทุมทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และให้ความร่วมมือในการวิจัยในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา และบูรพาจารย์ที่ให้การศึกษาอบรมสั่งสอนเพื่อชี้นำให้เกิดการเรียนรู้ ตลอดจนให้เป็นผู้มีคุณธรรม และจริยธรรม เพื่อนำทางชีวิตสู่ความสำเร็จต่อไป

วิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ซ

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 8

วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย 12

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 15

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ 33

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 42

กลุ่มเป้าหมาย 42

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 42

วิธีการสร้าง และหาคุณภาพของเครื่องมือ 43

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย และการเก็บรวบรวมข้อมูล 58
การจัดกระทำข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล 62
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 64
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 68
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 68
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 115
ความมุ่งหมายของการวิจัย 115
สรุปผล 115
อภิปรายผล 117
ข้อเสนอแนะ 119
บรรณานุกรม 121
ภาคผนวก 129
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ 130
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 139
ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 187
ภาคผนวก ง คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 212
ภาคผนวก จ ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ ตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 217
ประวัติผู้เขียน 221

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556)..... 33

ตารางที่ 2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้..... 43

ตารางที่ 3 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้..... 44

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง..... 45

ตารางที่ 5 ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้..... 53

ตารางที่ 6 การกำหนดจำนวนข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 54

ตารางที่ 7 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 63

ตารางที่ 8 ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย..... 69

ตารางที่ 9 จำนวนนักเรียน และร้อยละในแต่ละระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย..... 71

ตารางที่ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 1..... 77

ตารางที่ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 2..... 78

ตารางที่ 12 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 80

ตารางที่ 13 จำนวนนักเรียน และร้อยละในแต่ละระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 83

ตารางที่ 14 ปัญหาที่พบในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และแนวทางการแก้ไข..... 84

ตารางที่ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ข้อที่ 1 91

ตารางที่ 16 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ข้อที่ 2 93

ตารางที่ 17 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 95

ตารางที่ 18 แสดงจำนวนนักเรียน และร้อยละในแต่ละระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 97

ตารางที่ 19 ปัญหาที่พบในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 และแนวทางการแก้ไข 98

ตารางที่ 20 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ข้อที่ 1 105

ตารางที่ 21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ข้อที่ 2 106

ตารางที่ 22 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 109

ตารางที่ 23 แสดงจำนวนนักเรียน และร้อยละในแต่ละระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 110

ตารางที่ 24 ปัญหาที่พบในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 และแนวทางการแก้ไข 111

ตารางที่ 25 คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 33 คน ทั้ง 3 วงรอบปฏิบัติการ 112

ตารางที่ 26 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 188

ตารางที่ 27 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 190

ตารางที่ 28 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 192

ตารางที่ 29 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 194

ตารางที่ 30 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 196

ตารางที่ 31 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 198

ตารางที่ 32 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 200

ตารางที่ 33 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 202

ตารางที่ 34 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 204

ตารางที่ 35 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 206

ตารางที่ 36 สรุปผลการประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 208

ตารางที่ 37 สรุปผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญต่อแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 211

ตารางที่ 38 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย 213

ตารางที่ 39 คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 33 คน หลังการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงรอบปฏิบัติการ 215

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 75
ภาพที่ 2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 75
ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 76
ภาพที่ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 76
ภาพที่ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 77
ภาพที่ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 88
ภาพที่ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 89
ภาพที่ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 89
ภาพที่ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 90
ภาพที่ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 91
ภาพที่ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 102
ภาพที่ 12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 102
ภาพที่ 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 103
ภาพที่ 14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 104
ภาพที่ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 104
ภาพที่ 16 ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ 114
ภาพที่ 17 กิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ระบบหมุนเวียนเลือด เรื่อง หมู่เลือดและการให้เลือด 218
ภาพที่ 18 กิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ระบบหมุนเวียนเลือด เรื่อง หมู่เลือดและการให้เลือด 218

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งยังเป็นสิ่งขับเคลื่อนที่สำคัญต่อการพัฒนาสังคม เศรษฐกิจ และอุตสาหกรรม (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2012) นอกจากนี้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังมีความสัมพันธ์กัน โดยการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์จะสามารถนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในอนาคตได้ ในขณะเดียวกันเทคโนโลยีใหม่ ๆ ก็สามารถนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ได้เช่นเดียวกัน ทั้งนี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังถือเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ประกอบด้วยความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาซึ่งองค์ความรู้ใหม่ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และเพื่อสร้างข้อสรุปโดยมีหลักฐานเป็นฐานเกี่ยวกับเหตุการณ์ซึ่งมีความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ (Schleicher, Zimmer, Evans, & Clements, 2009) ดังนั้นการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยการพัฒนาให้บุคคลรู้วิทยาศาสตร์ (Harlen et al., 2010) ซึ่งบุคคลผู้รู้วิทยาศาสตร์จะสามารถนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเองหรือปัญหาของสังคมส่วนรวมได้ (Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2015) ซึ่งในปัจจุบันนวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลมีความก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว จึงก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างฉับพลัน (Disruptive technology) ซึ่งนอกจากจะส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกที่ต้องเผชิญกับเทคโนโลยีดิจิทัลในชีวิตประจำวัน ทั้งด้านการเรียนการสอนในสถานศึกษา การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การเดินทาง การทำงาน การใช้ข้อมูลข่าวสารเพื่อการบริหารและการจัดการการทำงานเทคโนโลยีสารสนเทศจึงเกี่ยวข้องกับทุกเรื่องในชีวิตประจำวัน ดังนั้น เยาวชนรุ่นใหม่จึงควรเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้รู้เท่าทันและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง สังคมและประเทศต่อไป ซึ่งเป็นบทบาทของการศึกษาที่ต้องพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีทักษะและความรู้ในเรื่องดังกล่าว (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ส่งผลให้การใช้ชีวิตในปัจจุบันจำเป็นต้องมีความสามารถในหลาย ๆ ด้าน การจะพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพได้นั้น การจัดการเรียนรู้จะต้องเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมให้มากที่สุด คือ การเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงและความต้องการของสังคมด้วย นั่นคือ ผู้เรียนจะต้องสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถทำงาน

หรือดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข (นันทวัน นันทวนิช, 2557) ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญที่จะนำไปสู่การตัดสินใจ แก้ปัญหา และพัฒนาทั้งในด้านการจัดการเรียนรู้และการดำรงชีวิต

เมื่อพิจารณาวิธีการสอนที่สถาบันการศึกษาต่าง ๆ ใช้ในการจัดการเรียนการสอน พบว่า การเรียนการสอนส่วนใหญ่ มักเน้นไปที่บทบาทของครูผู้สอนเป็นหลักและเน้นการถ่ายทอดความรู้ด้วยการป้อนข้อมูลโดยตรงให้แก่นักเรียนด้วยวิธีการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ จึงส่งผลให้นักเรียนได้รับความรู้ในด้านการจดจำหรือท่องจำทฤษฎีมากกว่าได้พัฒนาทางด้านความคิด ทักษะ และเจตคติเพื่อไปประยุกต์ใช้ในการทำงาน จึงทำให้เกิดการด้อยทักษะในการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม ขาดการใฝ่รู้ เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา ขาดความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับวิชาชีพและสังคม การปฏิรูปการศึกษาตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มีหัวใจสำคัญ คือ การปฏิรูปการเรียนรู้โดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง หรือที่เรียกว่านักเรียนสำคัญที่สุด โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาในทุก ๆ ด้านของนักเรียน (วัลลี สัตยาศัย, 2547) กระบวนการในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสภาพสังคมและผู้เรียนในปัจจุบัน คือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นตัวตั้ง มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ อันจะนำผู้เรียนไปสู่การเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบนี้เชื่อว่าจะสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ มีความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนมีทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นผู้ที่มีคุณภาพ เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข (ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์ และยุพาวรรณ ศรีสวัสดิ์, 2554) การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้ตามธรรมชาติอย่างเต็มศักยภาพ

การรู้วิทยาศาสตร์ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการรู้วิทยาศาสตร์นั้น การส่งเสริมความเข้าใจในมโนทัศน์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ถือเป็นวิธีการที่มีความสำคัญต่อผู้เรียน เนื่องจากช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ เกิดความคิดอย่างเป็นระบบ สามารถแยกแยะจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ ซึ่งในขณะเดียวกันก็สามารถเชื่อมโยงเข้ากับกลุ่มสิ่งของประเภทเดียวกันได้จากความสนใจและการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่รอบตัวหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง แล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างมีเหตุผลควบคู่กับประสบการณ์และความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งผู้สอนสามารถถ่ายทอดสิ่งเหล่านี้ผ่านการจัดการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ที่มีส่วนมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการฝึกฝน เพื่อนำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางความคิด ฝึกทักษะการแก้ไขปัญหาตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้น การแยกแยะระหว่างข้อเท็จจริงที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์ และข้อเท็จจริงที่ไม่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์ (บรรจง อมรชีวิน, 2554)

ซึ่งวิธีการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ (learning cycle) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้การคิดและ/หรือกระบวนการในการศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนต่อเนื่องกันจนครบวงจร ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการสร้างความรู้และวิธีการคิดของนักวิทยาศาสตร์ โดยมีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Lawson, 1995) ทั้งนี้นักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้จะมีโอกาสคิดให้เหตุผลและสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ ครูผู้สอนสามารถนำสื่อการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอนได้ เช่น ตำราเรียน วิดีทัศน์ หรือสื่ออื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจต่อไป นอกจากนี้การรู้วิทยาศาสตร์ยังเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันในปัจจุบัน การที่จะพัฒนานักเรียนให้เป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์นั้น สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือการเตรียมนักเรียนให้เป็นผู้มีความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหา การสร้างคำอธิบาย และการขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ รวมถึงนักเรียนต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ (Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), 2007 อ้างโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning) เป็นทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจในชีวิตประจำวัน (Great Schools Partnership, 2014; Schen, 2007) และยังมีความสำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพราะการทำงานทางวิทยาศาสตร์เป็นการนำข้อมูลหลักฐาน มาวิเคราะห์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปและองค์ความรู้ผ่านการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับหลักฐานอย่างมีเหตุผลจนนำไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นและการอ้างเหตุผล ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะสำคัญของความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Hand, Prain, & Yore, 2001) นอกจากนี้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังถือเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการให้เหตุผล โดยมีหลักฐานเป็นฐาน (Schen, 2007) โดยบุคคลจะใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการสืบค้นและประเมินหลักฐานเพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน (Joe & Jonathan, 2015) นอกจากนี้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการให้เหตุผลที่ครอบคลุมทักษะการอธิบายความหมาย ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการตรวจสอบโดยใช้หลักฐาน ทักษะการตรวจสอบสมมติฐานหรือทฤษฎี และทักษะการสร้างและพัฒนาคำอธิบายเชิงสรุปอ้างอิง ซึ่งทักษะต่าง ๆ เหล่านี้จะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการของการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ ดังนั้น หากพิจารณาถึงบริบทการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนแล้ว การสร้างความสนใจใคร่รู้ถือเป็น

ส่วนประกอบสำคัญที่สร้างแรงผลักดันที่สำคัญที่ทำให้เกิดการแสวงหาข้อมูลอย่างต่อเนื่องของนักเรียน จนนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (Klahr, 2010)

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนทั่วไปส่วนใหญ่จะเป็นการเน้นไปที่บทบาทของครูผู้สอนเป็นหลัก โดยครูผู้สอนจะใช้การสอนแบบบรรยายเนื้อหาความรู้และการท่องจำมากกว่าการที่ให้นักเรียนได้ทำการศึกษาหาความรู้หรือลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ในขณะที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมประกอบการเรียนรู้และตอบคำถามท้ายกิจกรรม จากการเรียนการสอนในครั้งนี้ พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามที่กำหนดให้ได้แต่ยังไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามที่ พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2556) ได้ระบุไว้ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน 2) การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล และ 3) การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล นอกจากนี้เมื่อนักเรียนกลุ่มดังกล่าวได้ทดลองทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลของตนเองได้ครบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นจำนวน 33 คน จากนักเรียนทั้งหมดจำนวน 35 คน โดยนักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ตามองค์ประกอบที่ 1 นั่นคือ นักเรียนสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลได้ แต่นักเรียนยังไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ตามองค์ประกอบที่ 2 และ 3 นั่นคือ นักเรียนยังไม่สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่พบ มาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้เลือกมา และนักเรียนยังไม่สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหรือหลักฐานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐานได้ จากปัญหาเหล่านี้ผู้วิจัยพบว่านักเรียนยังขาดการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง อันจะได้มาซึ่งข้อมูลหรือความรู้ที่สามารถนำมารองรับหรือสนับสนุนข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ปัญหานี้จึงส่งผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

จากสภาพปัญหาและเหตุผลต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาในส่วนนี้ว่าเป็นปัญหาที่จำเป็นที่จะต้องแก้ไข เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อกลุ่มเป้าหมาย โดยได้นำเอาวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย มาใช้ในรายวิชาชีววิทยาเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 33 คน จากนักเรียนทั้งหมดจำนวน 35 คน ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี ซึ่งดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลตามรูปแบบการวิจัยเชิง

ปฏิบัติการ โดยดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงรอบปฏิบัติการ การวิจัยในครั้งนี้จึงมีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายให้ดีขึ้น จึงจะทำให้เกิดการยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป อันจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถ มีทักษะกระบวนการคิด และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี

ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 35 คน โดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวนทั้งหมด 33 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบหมุนเวียนเลือด รายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2561

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ระยะเวลาในการทดลองจำนวน 13 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย หมายถึง รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้อง

อาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง และเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนกำหนดและทดสอบสมมติฐานเชิงเหตุผลจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ด้วยตนเอง โดยออกแบบและปฏิบัติทดลองหรือศึกษาเพื่ออธิบายสถานการณ์นั้น ๆ จากนั้นเปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือการศึกษานั้น วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยแบ่งเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาสถานการณ์ นักเรียนทำการศึกษาสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างหรือศึกษาสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น โดยสถานการณ์นั้นเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่นักเรียนกำลังศึกษา

ขั้นที่ 2 การตั้งคำถาม นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสาเหตุของสถานการณ์ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการทำการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้ทำการศึกษาในขั้นการศึกษาสถานการณ์

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน นักเรียนตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้อย่างมีเหตุผลซึ่งเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำลังทำการศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบในขั้นตอนของการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูล

ขั้นที่ 4 การออกแบบและปฏิบัติทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติหรือทำการศึกษาสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลเพื่อตอบคำถามที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 5 การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจต่อสมาชิกในกลุ่มและเพื่อนนักเรียนต่างกลุ่ม โดยครูเป็นเพียงผู้สังเกต ผู้ซักถาม และผู้ช่วยนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้คำแนะนำเพียงเล็กน้อย หรือใช้คำถามแนะแนวทางในการคิดของนักเรียน

ขั้นที่ 6 การรับรู้และทำความเข้าใจคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ครูรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสำรวจจากนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นแนะนำคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนศึกษา รวมทั้งความรู้เพิ่มเติม โดยอาจใช้สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เช่น ตำราเรียน วิดีทัศน์ หรือสื่ออื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ จากนั้นนักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ครูกำหนดให้

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดให้เหตุผล เพื่อที่จะนำไปสู่การหาข้อสรุปหรือข้อเท็จจริงของเหตุการณ์นั้น ๆ อย่างสมเหตุสมผล โดยมีการรวบรวมข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์ผล และนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์หรือคาดเดาเหตุการณ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ต่อไป ซึ่งวัดโดยใช้

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1) สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ กล่าวคือสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป

2) สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลได้ หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อมูล หรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล หรือหลักฐานที่ได้เลือกมา

3) สามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐาน และประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐานได้

3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การศึกษารวบรวม หรือการแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุป อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยสามารถดำเนินการหลายวงรอบเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ โดยในงานวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นเพื่อแก้ไขปัญหาของนักเรียนในเรื่องของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ทั้งนี้ในการวิจัยได้ดำเนินการตามแนวคิดของ เคมมิส และแม็คทาการ์ท (Kemmis, & McTaggart, 1988) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนผล (Reflection) และดำเนินการวิจัย 3 วงรอบปฏิบัติการ เป็นเวลา 13 ชั่วโมง จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมายในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ซึ่งมีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย
3. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   5.1 งานวิจัยในประเทศ
   5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 สาระ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี โดยมีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ และได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้จัดทำวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐานและผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้ และทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง

3. ลดความซ้ำซ้อนกันระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

4. ลดทอนเนื้อหาที่ยาก เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

5. มีการเพิ่มเนื้อหาด้านต่าง ๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคตมากขึ้น

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ได้กำหนดรายละเอียดของแต่ละกลุ่มสาระวิชาไว้ ดังนี้

1. สาระชีววิทยา

1) เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2) เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3) เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4) เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5) เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

2. สาระเคมี

1) เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2) เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3) เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

3. สาระฟิสิกส์

1) เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุ งานและกฎ

การอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2) เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3) เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4) เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดุลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลักของอาร์คิมีดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

1) เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

2) เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

3) เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในกลุ่มสาระวิชาชีววิทยา โดยทำการศึกษาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 13 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย

1. ความหมายของวงจรการเรียนรู้

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ให้ความหมายของวงจรการเรียนรู้ไว้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เพอร์เซอร์ และเรนเนอร์ (Purser, & Renner, 1983) กล่าวว่า “วงจรการเรียนรู้ คือ วิธีการสอนซึ่งประกอบด้วย ขั้นการศึกษาสำรวจ ขั้นการสร้างมโนทัศน์ และขั้นการขยายความคิดเรียงลำดับต่อเนื่องจนครบวงจร ทั้งนี้วงจรการเรียนรู้มีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งได้แก่ การซึมซับเข้าสู่โครงสร้างทางความคิด การเกิดภาวะสมดุล การปรับโครงสร้างทางความคิด และการจัดระบบโครงสร้างทางความคิด”

อับราฮัม และเรนเนอร์ (Abraham, & Renner, 1986) กล่าวว่า “วงจรการเรียนรู้ คือ แนวทางการสอนทั่ว ๆ ไปที่สามารถใช้ในการออกแบบเอกสารประกอบหลักสูตรและวิธีในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งพัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้ ขั้นการศึกษาสำรวจ (exploration) ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (concept invention) และขั้นการขยายมโนทัศน์ (concept expansion)”

ลอว์สัน (Lawson, 1995) ได้อธิบายเกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้ไว้ว่า “ขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้มีลักษณะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการสร้างความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยการศึกษาสำรวจสถานการณ์ใหม่ ๆ การสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์ใหม่ และการนำมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปใช้ตีความสถานการณ์ที่กำลังศึกษาและสถานการณ์อื่น ๆ ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับประสบการณ์ที่กำลังศึกษา”

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2544) กล่าวว่า “วงจรการเรียนรู้ คือ รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสม์ (constructivism)

จากการศึกษาความหมายของวงจรการเรียนรู้ สรุปได้ว่า วงจรการเรียนรู้เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง และเป็นการจัดการเรียนการสอนไปตามลำดับขั้นต่อเนื่องกัน

2. ประเภทของวงจรการเรียนรู้

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ต่างประเทศหลายท่านได้จำแนกประเภทของวงจรการเรียนรู้ไว้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ลอว์สัน (Lawson, 1995) ได้จำแนกวงจรการเรียนรู้ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. วงจรการเรียนรู้แบบบรรยาย (descriptive learning cycle) เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสำรวจและบรรยายสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้โดยไม่มีการอธิบายเหตุและผลของสถานการณ์นั้น ๆ และไม่มีการปฏิบัติทดลองเพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้ โดยครูจะเป็นผู้แนะนำคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ให้

2. วงจรการเรียนรู้แบบอุปนัยเชิงประจักษ์ (empirical inductive learning cycle) เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสำรวจและบรรยายสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้แล้วตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้สำหรับสถานการณ์นั้น ๆ โดยใช้เหตุผลเชิงอุปมาอุปมัย โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำ จากนั้นนักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลในขั้นการศึกษาสำรวจ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้และสถานการณ์ใหม่ที่ครูกำหนดขึ้น

3. วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย (hypothetical-deductive learning cycle) เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนกำหนดและทดสอบสมมติฐานเชิงเหตุผลจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ด้วยตนเอง โดยออกแบบและปฏิบัติทดลองหรือศึกษาเพื่ออธิบายสถานการณ์นั้น ๆ จากนั้นเปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือการศึกษานั้นเพื่อสร้างมโนทัศน์ แล้วใช้มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นไปอธิบายสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครูเป็นผู้กำหนดขึ้น

เมื่อแบ่งวงจรการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามบทบาทของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน (เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) สามารถแบ่งได้ ดังนี้

1. วงจรการเรียนรู้แบบบรรยาย เป็นวงจรการเรียนรู้ที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญตามลำดับ ดังนี้

1) การศึกษาสถานการณ์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำการศึกษาสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างหรือศึกษาสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น โดยสถานการณ์นั้นเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่นักเรียนกำลังศึกษา

2) การบรรยายสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ และอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ได้ศึกษา

3) การรับรู้และทำความเข้าใจคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เพิ่มเติม นักเรียนศึกษาคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่งเติมที่ครูเป็นผู้แนะนำหรือกำหนดให้ เพื่อสร้างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

2. วงจรการเรียนรู้แบบอุปนัยเชิงประจักษ์ เป็นวงจรการเรียนรู้ที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญตามลำดับ ดังนี้

1) การศึกษาสถานการณ์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำการศึกษาสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างหรือศึกษาสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น โดยสถานการณ์นั้นเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่นักเรียนกำลังศึกษา

2) การตั้งคำถาม หลังจากที่นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาหรือต้องการทำการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ทำการศึกษา

3) การตั้งสมมติฐาน โดยการใช้เหตุผลเชิงอุปมาอุปไมย ในขั้นนี้นักเรียนตั้งสมมติฐานทางเลือก ซึ่งจะนำไปสู่การปฏิบัติทดลองหรือศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์จากเหตุการณ์โดยจะพิจารณาถึงความเหมือนและความแตกต่าง

4) การเก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นนี้นักเรียนทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษา แล้วหาความสอดคล้องระหว่างข้อมูลกับสมมติฐาน

5) การรับรู้และทำความเข้าใจในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้ครูจะรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสำรวจจากนักเรียน จากนั้นแนะนำคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนศึกษาและความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ และนำมโนทัศน์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ครูกำหนดให้

3. วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เป็นวงจรการเรียนรู้ที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญ ตามลำดับ ดังนี้

1) การศึกษาสถานการณ์ นักเรียนทำการศึกษาสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างหรือศึกษาสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น โดยสถานการณ์นั้นเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่นักเรียนกำลังศึกษา

2) การตั้งคำถาม นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสาเหตุของสถานการณ์ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการทำการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้ทำการศึกษาในขั้นการศึกษาสถานการณ์

3) การตั้งสมมติฐาน นักเรียนตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำลังทำการศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบในขั้นตอนของการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูล

4) การออกแบบและปฏิบัติทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติ หรือทำการศึกษาสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลเพื่อตอบคำถามที่ตั้งไว้

5) การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจต่อสมาชิกในกลุ่มและเพื่อนนักเรียนต่างกลุ่ม โดยครูเป็นเพียงผู้สังเกต ผู้ซักถาม และผู้ช่วยนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้คำแนะนำเพียงเล็กน้อย หรือใช้คำถามแนะแนวทางในการคิดของนักเรียน

6) การรับรู้และทำความเข้าใจคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ครูรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสำรวจจากนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นแนะนำคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนศึกษา รวมทั้งความรู้เพิ่มเติม โดยอาจใช้สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เช่น ตำราเรียน วิดีทัศน์ หรือสื่ออื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ จากนั้นนักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ครูกำหนดให้

จากการศึกษาประเภทของวงจรการเรียนรู้ สรุปได้ว่า วงจรการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) วงจรการเรียนรู้แบบบรรยาย 2) วงจรการเรียนรู้แบบอุปนัยเชิงประจักษ์ และ 3) วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยในการวิจัย เนื่องจากการใช้วงจรการเรียนรู้นี้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีความสอดคล้องกับแนวทางที่นักเรียนที่นักเรียนใช้ในการสร้างความรู้ นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น และทำการทดสอบความคิดของตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาแบบแผนการให้เหตุผลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการสอนตามบทบาทของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับ (เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) ได้แก่ 1) การศึกษาสถานการณ์ 2) การตั้งคำถาม 3) การตั้งสมมติฐาน 4) การออกแบบและปฏิบัติการทดลอง 5) การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ และ 6) การรับรู้และทำความเข้าใจคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ลอว์สัน (Lawson, 1985) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การให้เหตุผลในรูปของนามธรรม อันเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการสืบค้นและประเมินหลักฐานเพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน”

ฟรีดเดอร์ และคณะ (Friedler et al., 1990) อธิบายไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่บุคคลใช้เพื่อบ่งชี้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ กำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง สังเกตรวบรวม วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล นำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ และนำไปใช้เพื่อทำนายผลสถานการณ์อื่นต่อไป”

แฟรงค์ (Frank, 2005) ได้ให้คำนิยามของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรกะผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยการสังเกตและระบุปัญหา การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย การสร้างสมมติฐาน การทดลอง การตีความผลลัพธ์ สร้างข้อสรุปเชิงตรรกะ และการประเมินเชิงวิพากษ์

มอชแมน (Moshman, 2011) อธิบายเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะนำไปสู่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการใช้กระบวนการอนุมาน การทดสอบสมมติฐาน การพยากรณ์ ร่วมกับการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับหลักฐานเชิงประจักษ์ที่มี จนสามารถทำความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้แนวคิดซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้แนวทางในการค้นคว้าทดลองมาโดยตลอด การคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการจะรู้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้อยู่โดยใช้เหตุใช้ผล ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่”

เฟื่องฟ้า บุญกอง (2559) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการคิดเพื่อให้ได้แนวทางในการค้นคว้าทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัว กับสิ่งที่ต้องการรู้

โครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study; TIMSS) ได้กำหนดความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้เหตุผลในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล เพื่อสร้างคำอธิบายและขยายความรู้ไปสู่การแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย หรือมีความซับซ้อนมากขึ้น นอกจากนี้การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นกระบวนการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนากระบวนการตั้งสมมติฐาน และกระบวนการออกแบบเพื่อสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์”

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดอย่างมีเหตุผลในการวิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุปหรือข้อเท็จจริงอย่างสมเหตุสมผล โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผล ตีความ สนับสนุน ยืนยันสมมติฐานหรือข้อสรุปที่เกิดขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำนายผล คาดเดาเหตุการณ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ต่อไปได้ ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดให้เหตุผลเพื่อที่จะนำไปสู่การหาข้อสรุปหรือข้อเท็จจริงของเหตุการณ์นั้น ๆ อย่างสมเหตุสมผล โดยมีการรวบรวมข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์ผล และนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์หรือคาดเดาเหตุการณ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ต่อไป

2. ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการคิดที่อาศัยการให้เหตุผลและทักษะการแก้ปัญหาในการทดสอบและแก้ไขสมมติฐานหรือทฤษฎี จะนำไปสู่การได้มาซึ่งความรู้และการเปลี่ยนแปลงความรู้ โดยความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยี และเทคโนโลยีก็จะสามารถพัฒนาสังคม เศรษฐกิจ และอุตสาหกรรม (OECD, 2015; UNESCO, 2012) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นอกจากจะนำมาซึ่งความรู้ที่นำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีแล้ว การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีความสำคัญต่อการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และในด้านอื่น ๆ ด้วย เช่น การวินิจฉัยหลักฐานต่าง ๆ ซึ่งจะต้องอาศัยหลักการของการให้เหตุผล นอกจากนี้แล้วการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของบุคคลทั่วไปด้วยเช่นกัน เนื่องจากในชีวิตประจำวันจะต้องมีการให้เหตุผลอันเป็นทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดีในการอธิบาย ทำนาย และควบคุมสถานการณ์ที่อยู่รอบ ๆ ตัว เช่น เมื่อเราต้องการที่จะรักษาสุขภาพของเรา เราจำเป็นต้องค้นหาแนวทางที่จะช่วยให้บรรลุเป้าหมายของตนเอง (Joe & Jonathan, 2015) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญต่อบุคคลที่จะวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลสินค้าก่อนเลือกบริโภค เป็นต้น และยังเป็นเครื่องมือที่นำมาซึ่งความรู้ใหม่และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในตัวบุคคล (Han, 2013)

ในด้านของการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้น การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากในปัจจุบันนี้โลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นถูกขับเคลื่อนได้โดยการถ่ายทอดการศึกษาและทักษะไปสู่ตัวบุคคล ดังนั้น การฝึกฝนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ซึ่งอาจจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระยะยาวด้วยเช่นกัน (ณรงค์ชัย

พงษ์ธะนะ, 2559) ทั้งนี้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีทักษะทั้งเชิงนิรนัย (Inductive) และ อุปนัย (Detective) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ตนเองรู้หรือสิ่งที่ตนเองเชื่อในปัจจุบัน แล้วนำมาใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบเพื่อทดสอบสมมติฐานและข้อสรุปที่เหมาะสม โดยการเชื่อมโยงหลักฐานเชิงประจักษ์และทฤษฎีเข้าด้วยกัน และการให้เหตุผลดังกล่าว ยังต้องใช้ความสามารถที่จะเชื่อมโยงกับข้อมูลที่เป็นระบบและพัฒนาข้อสรุปที่เหมาะสมจากรูปแบบที่มีการตั้งข้อสังเกตได้ ต่อมาต้องใช้ความสามารถเพื่อประเมินการให้เหตุผลอย่างใดอย่างหนึ่งในแต่ละขั้นตอนกระบวนการ โดยครูจะอธิบายประเด็นสำคัญบางส่วนในการพัฒนาองค์ความรู้เหล่านี้และทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างรู้คิด (Bradley & Steve, 2012)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในการแก้ปัญหาและและการตัดสินใจในชีวิตประจำวัน (Great Schools Partnership, 2014; Schen, 2007) และยังมีความสำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพราะการทำงานทางวิทยาศาสตร์เป็นการนำข้อมูลหลักฐานมาวิเคราะห์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปและองค์ความรู้ผ่านการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับหลักฐานอย่างมีเหตุผล จนนำไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การที่จะพัฒนานักเรียนให้เป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์นั้น สิ่งสำคัญคือการเตรียมนักเรียนให้เป็นผู้มีความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหา การสร้างคำอธิบาย และการขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ นอกจากนี้นักเรียนยังต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ (TIMSS, 2007 อ้างโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

3. ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ลอว์สัน (Lawson, 2010) ได้จำแนกประเภทการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (Abduction Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลโดยสร้างสมมติฐานจากการสังเกตเหตุการณ์ที่อาจจะยังไม่เข้าใจ หรือเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อพยายามทำความเข้าใจ หรืออธิบายเพื่อคาดการณ์ถึงสิ่งที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction Reasoning) เป็นกระบวนการสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานที่สร้างขึ้น เพื่อสรุปเปรียบเทียบระหว่างสมมติฐานหรือข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานที่ได้จากการสังเกต หรือการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงอนุมานเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับข้อเท็จจริงของเหตุการณ์นั้น

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction Reasoning) เป็นกระบวนการระบุหลักฐานหรือข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อใช้สนับสนุนสมมติฐานที่เกิดขึ้น โดยนำความรู้เดิมหรือความรู้ทั่วไป เช่น กฎ ทฤษฎี หรือหลักการทั่วไปที่เป็นที่ยอมรับ มาอ้างอิงไปยังสมมติฐาน หรือข้อสรุปที่มีความเฉพาะเจาะจง

4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction Reasoning) เป็นกระบวนการสร้างข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตหรือการสำรวจตรวจสอบซ้ำ ๆ จากข้อเท็จจริงเพื่อให้ได้ข้อสรุปทั่วไป

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) ได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้เป็น 3 แบบ ตามลักษณะของความรู้ที่ปรากฏและลักษณะของความรู้ใหม่ที่มนุษย์ต้องการศึกษา ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงจากความรู้ทั่วไป ไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง หรือความรู้เฉพาะหน่วย โดยใช้หลักการทางตรรกะ นั่นก็คือ การใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ อธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุป ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะหน่วย คำอธิบายหรือข้อสรุปที่ได้รับคือความรู้ใหม่

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงเพื่อหาข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง นั่นคือ การสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่กลับกันกับการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

3. การให้เหตุผลแบบอุปนัย-นิรนัย (Inductive-Deductive Method) หรือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) เป็นกระบวนการคิดเพื่อหาข้อสรุปที่เริ่มจากการสังเกต แล้วสรุปความรู้จากการสังเกต นั่นคือการคิดหรือให้เหตุผลเชิงอุปนัยแล้วตั้งสมมติฐานตามข้อสรุปที่อุปนัยได้ แล้วทำการทดสอบสมมติฐานโดยการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้จะสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ นั่นก็คือถ้าสมมติฐานเป็นจริง เราจะพบอะไร ซึ่งเป็นการลงความเห็นโดยพิจารณาจากหลักการทั่วไปไปสู่เรื่องเฉพาะ ตัวสมมติฐานคือหลักการทั่วไปที่จะต้องทดสอบว่าจริงหรือไม่ ข้อมูลที่รวบรวมไว้เพื่อทดสอบสมมติฐานคือข้อสรุปเฉพาะหน่วย นั่นคือ การให้เหตุผลเชิงนิรนัย

กีรติ บุญเจือ (2550) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย คือ การแสดงออกของการอ้างเหตุผลอย่างตรง ๆ โดยต้องมี 3 ประโยคตรรกวิทยาเป็นองค์ประกอบ จะมีมากหรือน้อยกว่านี้ไม่ได้ เพราะการอ้างเหตุผลครั้งหนึ่ง ๆ จะต้องมีการตัดสินอยู่ก่อน 2 ครั้ง ซึ่งในการตัดสินทั้ง 2 ครั้งนี้จะต้องมีมโนทัศน์เดียวกันอยู่ส่วนหนึ่ง หมายความว่าในการตัดสินเดิม 2 ครั้งนั้นมีมโนทัศน์อยู่ 3 หน่วย ไม่มากน้อยกว่านั้น เมื่อตัดสินครั้งที่ 3 ก็นำมโนทัศน์อีก 2 หน่วยที่เหลือมาตัดสิน ไม่ได้มีมโนทัศน์ใหม่เพิ่มขึ้น โดยสอง

ประโยคแรกที่มาจากการตัดสิน 2 ครั้งเดิม เรียกว่า ประโยคอ้าง (premises) ส่วนประโยคที่สามที่มาจากการตัดสินสุดท้าย เรียกว่า ประโยคสรุป (conclusion)

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึง การพิสูจน์โดยอ้างประสบการณ์เฉพาะหน่วยสนับสนุนข้อความทั่วไปที่เรายังไม่แน่ใจ เช่น เราเคยเห็นต้นมะพร้าวจำนวนมากแล้ว ปรากฏว่าไม่แตกกิ่งก้านเหมือนต้นไม้อื่น ๆ เราก็อุปนัยเป็นกฎทั่วไปว่า “ต้นมะพร้าวทุกต้นไม่แตกกิ่งก้าน”

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการระบุหลักฐานหรือข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อใช้สนับสนุนสมมติฐานที่เกิดขึ้น โดยนำความรู้เดิมหรือความรู้ทั่วไป มาอ้างอิงไปยังสมมติฐาน หรือข้อสรุปที่มีความเฉพาะเจาะจง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงเพื่อสร้างข้อสรุป จากข้อเท็จจริงเพื่อให้ได้ข้อสรุปทั่วไป

3. การให้เหตุผลโดยวิธีอุปนัย-นิรนัย เป็นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การให้เหตุผลเชิงนิรนัยและอุปนัยร่วมกันหรือเรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย ซึ่งเป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยง สร้างข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตหรือการสำรวจตรวจสอบ จากข้อเท็จจริงเพื่อให้ได้ข้อสรุปทั่วไป ตามแนวคิดของลอว์สัน (Lawson, 2010)

4. แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

4.1 รูปแบบของข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ลอว์สัน (Lawson, 1987) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Lawson’s Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบจะประกอบด้วย คำถาม 15 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเลือกตอบหลายตัวเลือก เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่ประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหาที่ประกอบด้วยตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก โดยมีเครื่องมือสื่อความหมาย เช่น ตาราง แผนภาพ กราฟ และบทความ เป็นต้น ซึ่งเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการสื่อความหมายเพื่อให้คำถามมีความชัดเจนมากขึ้น และส่วนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลส่วนที่สนับสนุนการตอบคำถามในส่วนแรก สำหรับการทำแบบทดสอบนั้นจะเริ่มจากการที่ครูสาธิตวิธีทำแบบทดสอบหน้าชั้นเรียน จากนั้นจึงตั้งคำถามและให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในสมุดเล่มเล็กและมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

กับแบบทดสอบ และมีการนำคำตอบที่นักเรียนตอบไปเปรียบเทียบกับคำตอบจากการสัมภาษณ์เพื่อยืนยันความถูกต้องของการทดสอบ

โรดเรนการ์, เยียนี, และพาดิลลา (Roadrangka, Yeany, & Padilla, 1983) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Group Assessment of Logical Thinking (GALT) ซึ่งแบบทดสอบประกอบด้วยคำถาม 21 ข้อ โดยคำถามข้อ 1-18 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก (multiple-choice test) เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่ประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหาที่ประกอบด้วยตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก โดยมีเครื่องมือสื่อความหมาย (reference materials) เช่น ตาราง แผนภาพ กราฟ และบทความ เป็นต้น ซึ่งเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการสื่อความหมายเพื่อให้คำถามมีความชัดเจน และส่วนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลส่วนที่สนับสนุนการตอบคำถามส่วนแรก ส่วนคำถามข้อที่ 19-21 เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนประเมินความเป็นไปได้ของคำตอบจากคำถาม โดยต้องตอบให้ครอบคลุมทุกคำตอบ

โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ได้เสนอแนวทางในการวัดและประเมินโดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบประเภทเขียนตอบแบบอธิบายเป็นข้อคำถามที่เป็นการกำหนดสถานการณ์ หนึ่งสถานการณ์ ซึ่งประกอบไปด้วยชุดของข้อคำถามที่ให้เขียนตอบแบบอธิบายจำนวนหลายข้อ

2. ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกแบบถูกหรือผิด เป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ โดยที่ลักษณะของสถานการณ์ อาจเป็นข้อความ ตารางข้อมูล แผนภาพ หรือแผนภูมิ ทั้งนี้ สถานการณ์ดังกล่าว ต้องเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน สถานการณ์ที่ประชาชนกำลังให้ความสนใจ เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

การศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study; TIMSS) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) ได้ระบุถึงรูปแบบของข้อสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถามที่มีบริบทเป็นสถานการณ์ ซึ่งอาจจะเป็นในรูปของข้อเขียนสั้น ๆ หรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือกราฟประกอบ ข้อสอบมีทั้งที่เป็นแบบเลือกตอบและเขียนตอบสั้น ๆ ซึ่ง TIMSS ได้เสนอแนวทางการัดและประเมิน โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบประเภทเขียนตอบเป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ โดยมีลักษณะของข้อคำถามให้เขียนตอบเติมคำ เขียนตอบแบบอธิบาย หรือวาดรูปอธิบาย เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกแบบเลือกตอบ เป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ โดยมี 4 ตัวเลือก

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มี 2 ประเภท คือ ข้อสอบประเภทเขียนตอบแบบอธิบายหรือข้อสอบแบบอัตนัย และข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกแบบเลือกตอบหรือข้อสอบปรนัย ซึ่งงานวิจัยนี้ผู้วิจัยวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ข้อสอบประเภทเขียนตอบแบบอธิบายหรือข้อสอบแบบอัตนัย

4.2 แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของลอว์สัน (Lawson, 1987)

Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) (Lawson & Worsnop, 1992) เป็นเครื่องมือที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ ที่นำมาใช้ในการวัดระดับของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งการวัดความเข้าใจของนักเรียนไม่สามารถวัดได้โดยง่าย แบบทดสอบแบบมีคำตอบหลายตัวเลือกเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ เนื่องจากครูผู้สอนโดยทั่วไปสามารถนำมาใช้กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ได้ อย่างไรก็ตาม แบบทดสอบที่มีคำถามแบบหลายตัวเลือกไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจของนักเรียนได้โดยตรง ดังนั้น การใช้แบบสอบวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้น (two-tier diagnostic test) จึงเป็นวิธีที่ดีกว่า ในการประเมินนักเรียน (Treagust, 2012) ซึ่งใน two-tier test หนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นตัวเลือกคำตอบเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหา และส่วนที่สองเป็นคำถามเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกตัวเลือกคำตอบในส่วนแรก โดยการประเมินเช่นนี้เป็นการประเมินเพื่อวัดความเข้าใจมากกว่าความรู้ความจำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tamir ที่เสนอว่า การให้นักเรียนได้ตอบเหตุผลที่เลือกตัวเลือกคำตอบนั้น ๆ จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดและทำให้เกิดการวัดและประเมินผลอย่างมีความหมาย (Treagust, 2012) นักการศึกษาและนักวิจัยมักใช้แบบสอบการให้เหตุผลของ Lawson ในปี ค.ศ. 2000 ในการทดสอบโดยการใช้การให้คะแนนแบบจับคู่ หากนักเรียนตอบถูกทั้งสองข้อที่คู่กัน ก็จะได้รับ 1 คะแนน โดยข้อที่คู่กันนั้นจะเป็นข้อสรุปและเหตุผลที่ช่วยสนับสนุนข้อสรุปนั้น

ลอว์สัน (Lawson, 1987) สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning) โดยแบบวัด แบ่งการวัดออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่

1. การอนุรักษ์ปริมาตรและสสาร (conservation of matter and volume)

การอนุรักษ์เป็นความสามารถในการยึดถือจดจำความรู้ว่า แม้ว่าวัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลงแต่ยังคงมีคุณสมบัติคงที่ ดังเช่นน้ำหนัก หรือจำนวนของวัตถุที่ยังคงมีอยู่เท่าเดิม

2. การให้เหตุผลแบบสัดส่วน (proportional reasoning)

เป็นการระบุตัวแปรสองตัวที่ปรับเปลี่ยนได้ การจดจำอัตราส่วนของตัวแปรที่ความคงที่ของตัวแปรมีลักษณะเป็นเส้นตรง และการนำข้อมูลและความสัมพันธ์ไปใช้ในการหาค่าตัวแปรเพิ่มเติม หรือเปรียบเทียบค่าตัวแปรที่คำนวณจากข้อมูล

3. การควบคุมตัวแปร (control of variables)

ในกระบวนการสืบสอบมีความเกี่ยวข้องกับตัวแปรจำนวนมาก ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจะต้องถูกกำหนด เมื่อมีการทดลองเราจะต้องควบคุมตัวแปรอื่นทั้งหมดเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลัก

4. การให้เหตุผลโดยความน่าจะเป็น (probability reasoning)

เป็นการให้เหตุผลที่ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ทฤษฎีความน่าจะเป็นและระเบียบวิธี (methodology) โดยเลือกรูปแบบของความน่าจะเป็นที่เฉพาะเจาะจงและประยุกต์ใช้รูปแบบดังกล่าว

5. การให้เหตุผลเชิงความสัมพันธ์ (correlation reasoning)

เป็นรูปแบบการคิดของบุคคลที่ใช้ในการกำหนดความแข็งแรงของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งการให้เหตุผลเชิงความสัมพันธ์เป็นพื้นฐานของการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

6. การให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัย (hypothetical-deductive reasoning)

เป็นการให้เหตุผลจากแนวคิดทั่วไป ไปสู่ข้อสรุปที่เฉพาะเจาะจง อันเป็นการใช้ตรรกะแบบนิรนัย (Oakley, 2004; Sigelman & Rider, 2014) โดยที่ไม่ได้มีการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์และวัตถุที่ปรากฏอยู่เท่านั้น แต่ยังรวมถึงสมมติฐานด้วย ข้อสรุปที่ได้จะมาจากทฤษฎีมากกว่าการใช้เพียงข้อเท็จจริงทางรูปธรรมเท่านั้น (Piaget, 1981) การให้เหตุผลนี้เป็นวิธีการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการทดสอบทฤษฎีหรือสมมติฐาน และเป็นวิธีการพื้นฐานสำหรับวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ฟิสิกส์ เคมี หรือชีววิทยา โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ลำดับขั้น คือ (1) สร้างสมมติฐานที่หลากหลายและประเมินค่าแต่ละสมมติฐาน (2) เลือกสมมติฐานในการทดสอบ (3) สร้างการทำนายจากสมมติฐาน (4) ใช้การทดลองตรวจสอบว่าการทำนายถูกต้องหรือไม่ และ (5) ถ้าการทำนายถูกต้อง สมมติฐานจะได้รับการยืนยัน ถ้าไม่ถูกต้องสมมติฐานก็จะถูกปฏิเสธ (iSTAR Assessment, 2013)

การให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัย เริ่มต้นด้วยทฤษฎีทั่วไปของปัจจัยทั้งหมดที่เป็นไปได้ว่าจะมีผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นและนำมาซึ่งการสร้างสมมติฐาน ดังนั้น การให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัยจึงถูกสร้างขึ้นจากทฤษฎีนี้ ในการทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในการทดลองนั้น ๆ อีกทั้งการให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัยยังมีความสำคัญต่อการสืบเสาะทางด้านวิทยาศาสตร์

เนื่องจากเป็นการให้เหตุผลที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถทดสอบมโนทัศน์เริ่มต้นและค้นหาว่ามโนทัศน์ใดที่เข้ากับผลการทดลองที่เกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ของนักเรียน

4.3 แนวทางการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย

การวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย วัดโดยการใช้เหตุผลแบบตรรกบท (Syllogism) เป็นการคิดให้เหตุผลแบบนิรนัยตามแนวคิดของอริสโตเติล (Aristotle) โดยให้เหตุผลจากประโยคอ้างไปยังข้อสรุป เป็นการอ้างเหตุผลที่โครงสร้างมีแบบแผน ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ประโยคอ้างเอก (major premise) ประโยคอ้างโท (minor premise) และประโยคสรุป (conclusion) สองประโยคแรกมาจากการตัดสิน 2 ครั้งเดิม ส่วนประโยคที่สามมาจากการตัดสินสุดท้าย (กีรติ บุญเจือ, 2550)

ตรรกศาสตร์เป็นเรื่องวิธีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อความ 2 ชนิด คือ ข้ออ้าง (premise) กับ ข้อสรุป (conclusion) โดยข้อความที่ 1 และ ข้อความที่ 2 เป็นประโยคหลักฐานหรือเป็นข้ออ้างที่ถูกใช้ในการเปรียบเทียบ และข้อความที่ 3 จัดเป็นผลลัพธ์ความรู้ที่ได้มา หรือจัดเป็นข้อสรุป โดยการใช้รูปแบบวิเคราะห์ประโยคภาษาผ่านกระบวนการใช้เหตุผล (reasoning) และการอ้างเหตุผล (arguments) ซึ่งมีวิธีการในการดำเนินการกำหนดหาข้อความที่เป็นการอ้างเหตุผล หรือข้อความวิธีการการใช้เหตุผล (โกเมนทร์ ชินวงศ์, 2556) ดังนี้

1. ในการอ้างเหตุผลจะต้องมีประโยคข้อความอย่างหนึ่งที่กำหนดไว้ก่อน หรือมีกลุ่มประโยคอย่างหนึ่งตั้งไว้ก่อน ประโยคหรือกลุ่มประโยคที่ตั้งไว้ก่อนนี้ เรียกว่า ประโยคเหตุ หรือข้ออ้าง ซึ่งข้อความที่เป็นประโยคเหตุเหล่านี้จะส่งความสัมพันธ์ไปยังอีกประโยคเหตุหนึ่งโดยมีการเปรียบเทียบกัน

2. ประโยคที่จะเกิดติดตามมาจากการที่ประโยคเหตุทั้งสองได้ทำการเชื่อมโยงกันโดยวิธีการเปรียบเทียบกันนี้ เรียกว่า ประโยคผล หรือ ข้อสรุป และสิ่งที่ปรากฏอยู่ในประโยคผลนี้จะต้องสืบทอดความคิดมาจากช่วงประโยคเหตุทั้งหมดที่ได้มีอยู่แล้ว โดยเป็นการสรุปที่ดึงเอาแนวความคิดจากช่วงเหตุนั้น ๆ ออกมาเพื่อใช้เป็นข้อยุติของการตัดสินใจของการใช้เหตุผลครั้งหนึ่ง ๆ

4.4 แนวทางการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลแทนข้อสรุปที่สมบูรณ์หรือกระบวนการคิดสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป การวัดการให้เหตุผลเชิงอุปนัยอาศัยหลักการสรุปรวบยอดและหลักการให้เหตุผลวิธีอุปนัยของ สจ๊วต มิลล์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

มิลค์ได้รวบรวมวิธีการสรุปผลแบบอุปนัยไว้สำหรับตรวจสอบความสัมพันธ์ของกรณีวิธีการดังกล่าว เรียกว่า วิธีการอุปนัยของมิลค์ ซึ่งมี 4 วิธี ได้แก่

1. วิธีหาความสอดคล้องกัน (method of agreement) เป็นวิธีการสรุปสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ โดยหาความสอดคล้องของประสบการณ์หลาย ๆ ครั้ง กล่าวคือ ในประสบการณ์หายครั้ง ถ้ามีสาเหตุเดียวกันทุกครั้งและเกิดผลอย่างเดียวกันทุกครั้ง ก็สรุปได้ว่าสาเหตุนั้นเป็นสาเหตุของผลนั้น เช่น ถ้าเราเคยถูกแม่ตีหลายครั้งและแต่ละครั้งที่ถูกตีรู้สึกเจ็บ เราก็สรุปได้ว่าการตีเป็นสาเหตุของความเจ็บ

2. วิธีหาความแตกต่าง (method of difference) เป็นวิธีการสรุปสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นแตกต่างออกไปจากเดิม โดยการหาความแตกต่างของประสบการณ์หลาย ๆ ครั้ง กล่าวคือ ในประสบการณ์หลายครั้งที่มีสาเหตุเดียวกันทุกครั้งและมีผลอย่างเดียวกันทุกครั้งต่อมามีสาเหตุอื่นเข้าแทรกเพิ่มเข้ามาและเกิดผลแตกต่างออกไป ก็สรุปสาเหตุที่แทรกเพิ่มเข้ามานั้นเป็นสาเหตุของผลที่แตกต่างออกไป เช่น เคยถูกคุณแม่ตีหลายครั้งและเจ็บทุกครั้ง ครั้งหลังสุดรู้ตัวก่อนที่จะถูกตีจึงนุ่งกางเกงบุหนังข้างในจึงรู้สึกเจ็บและคัน สรุปได้ว่าการนุ่งกางเกงบุหนังข้างในเป็นสาเหตุของอาการคัน

วิธีหาความสอดคล้องและความแตกต่างร่วมกัน (method of agreement and difference) ในการสำรวจส่วนมากต้องการทราบทั้งสาเหตุที่สอดคล้องและแตกต่างร่วมกันไป

3. วิธีหาส่วนที่เหลือ (method of residues) เป็นวิธีการสรุปสาเหตุของผลที่เหลือที่เกิดขึ้นในประสบการณ์ใดประสบการณ์หนึ่ง กล่าวคือ ในประสบการณ์เดียวกัน ถ้ามีหลายสาเหตุเกิดผลหลายอย่างร่วมกัน ถ้าทราบสาเหตุใดทำให้เกิดผลใดสามารถแยกสาเหตุนั้นออกไปได้ และสาเหตุที่เหลือก็จะเป็นสาเหตุของผลที่เหลือ

4. วิธีหาเหตุผลของสาเหตุต่างระดับ (method of concomitant) เป็นวิธีการสรุปหาเหตุผลเมื่อระดับความเข้มข้นของสาเหตุแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือ ในการศึกษาสถานการณ์บางอย่าง ระดับหรือความเข้มข้นของสาเหตุเดียวกันทำให้เกิดผลที่แตกต่างกันไป ดังนั้นในการสรุปผลจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างของระดับ หรือความเข้มข้นของสาเหตุด้วย เช่น ในการรับประทานยาแก้ปวดชนิดหนึ่งพบว่ารับประทาน 1 เม็ด ไม่เกิดผลอันใด แต่ถ้ารับประทาน 2 เม็ด จะทำให้หายปวดศีรษะ และรับประทาน 10 เม็ด จะทำให้เสียชีวิต เป็นต้น

4.5 แนวทางการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS)

การศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS) ประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) โดยระบุพฤติกรรมการให้เหตุผล ดังนี้

1. วิเคราะห์/แก้ปัญหา (analyze/solve problems) เป็นการพิจารณาวิเคราะห์ปัญหา เพื่อเชื่อมโยงกับแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงการพัฒนาและอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

2. สังเคราะห์ (integrate/synthesize) เป็นการพิจารณาเพื่อหาแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยดูจากปัจจัยหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาสาระแตกต่างกัน แสดงให้เห็นถึงความรู้ความเขาใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน รวมถึงบูรณาการแนวคิดหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. ตั้งสมมติฐาน (hypothesize/predict) เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูลและประสบการณ์ หรือข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเพื่อสร้างคำถามที่ค้นหาคำตอบจากการทดลอง สำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ทำการตั้งสมมติฐานที่สามารถสำรวจตรวจสอบได้โดยใช้ความรู้จากการสังเกต หรือจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงหลักการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลจากประสบการณ์ หรือจากการสังเกตเพื่อสร้างคำถามที่สามารถค้นหาคำตอบได้จากการสำรวจตรวจสอบ และทำนายเกี่ยวกับผลจากการเปลี่ยนแปลง โดยอาศัยประจักษ์พยานและความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

4. ออกแบบ (design) เป็นการวางแผนหรือออกแบบ เพื่อการสำรวจตรวจสอบในการหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐาน กล่าวได้ว่า เป็นการสำรวจตรวจสอบเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ อธิบายลักษณะของการสำรวจตรวจสอบที่ดี ซึ่งรวมทั้งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตัดสินใจเกี่ยวกับการวัดหรือวิธีการที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบ

5. สรุป (draw conclusion) เป็นการสืบเสาะเพื่อหารูปแบบของข้อมูล อธิบายหรือสรุปและทำนายแนวโน้มของข้อมูลที่กำหนดให้ มีการใช้หลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสรุปปรากฏการณ์ และการลงข้อสรุปเพื่อตอบคำถามหรือทดสอบสมมติฐาน และแสดงความเข้าใจเชื่อมโยงสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น

6. สร้างข้อสรุปทั่วไป (generalize) เป็นการสร้างข้อสรุปที่ได้จากการทดลองภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ แล้วประยุกต์ใช้ข้อสรุปนั้นกับสถานการณ์ใหม่ รวมถึงการกำหนดรูปแบบทั่วไปเพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางกายภาพ

7. ประเมิน (evaluate) เป็นการประเมินข้อดี ข้อเสีย เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสม รวมถึงวิธีปฏิบัติ พิจารณาปัจจัยทางวิทยาศาสตร์และปัจจัยทางสังคมเพื่อประเมินผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อระบบทางชีวภาพและกายภาพ ประเมิน

ความเป็นไปได้อื่น ๆ เกี่ยวกับการอธิบายและวิธีการแก้ปัญหา และประเมินผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบโดยอาศัยข้อมูลที่เพียงพอเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

8. ตรวจสอบ (justify) เป็นการใช้ประจักษ์พยานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบคำอธิบายและวิธีการแก้ปัญหา และให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหา ข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

รูปแบบของข้อสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS) ประกอบด้วยข้อคำถามที่มีบริบทเป็นสถานการณ์ ซึ่งอาจจะเป็นในรูปของข้อเขียนสั้น ๆ หรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือกราฟประกอบ ข้อสอบมีทั้งที่เป็นแบบเลือกตอบและเขียนตอบสั้น ๆ ซึ่ง TIMSS ได้เสนอแนวทางการัดและประเมิน โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบประเภทเขียนตอบเป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ โดยมีลักษณะของข้อคำถามให้เขียนตอบเติมคำ เขียนตอบแบบอธิบาย หรือวาดรูปอธิบาย เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกแบบเลือกตอบ เป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์โดยมี 4 ตัวเลือก

4.5 แนวทางการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)

โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ให้ความหมายของการให้เหตุผลว่าการใช้เหตุผลและวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ที่มากกว่าปัญหาหรือสถานการณ์ที่เคยชิน ไปสู่สถานการณ์ใหม่ที่ไม่เคยชิน ในบริบทที่มีความซับซ้อนกว่าที่เคยพบเป็นประจำเทียบได้กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งโครงการดังกล่าวให้ความสำคัญกับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 กลุ่ม ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละสมรรถนะมีรายละเอียดการประเมิน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ดังนี้

1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เป็นการระบุประเด็นในการสำรวจตรวจสอบ หรือ ทดสอบสมมติฐานและนำไปตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถระบุหลักฐานเชิงประจักษ์และข้อมูลเพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบ รวมถึงรู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป

2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูล หรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน เพื่อนำมาสร้างคำอธิบายที่มีเหตุผลและ

สอดคล้องกับหลักฐาน อธิบายปรากฏการณ์และทำนายการเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ ระบุบอกได้ว่า คำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล

3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เป็นการพิจารณาความหลักฐานประจักษ์พยาน หรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ลงข้อสรุป และสื่อสารข้อสรุป ระบุข้อตกลงเบื้องต้นประจักษ์พยานหลักฐานที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป กล่าวคือมีการบอกหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุป มีการแสดงให้เห็นว่าเข้าใจแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐานและประจักษ์พยานไปใช้คาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของสถานการณ์หรือบริบทต่าง ๆ รวมถึงสะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

ทั้งนี้ PISA ได้เสนอแนวทางในการวัดและประเมินโดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบประเภทเขียนตอบแบบอธิบายเป็นข้อคำถามที่เป็นการกำหนดสถานการณ์ หนึ่งสถานการณ์ ซึ่งประกอบไปด้วยชุดของข้อคำถามที่ให้เขียนตอบแบบอธิบายจำนวนหลายข้อ

2. ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกแบบถูกหรือผิด เป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ โดยที่ลักษณะของสถานการณ์ อาจเป็นข้อความ ตารางข้อมูล แผนภาพ หรือแผนภูมิ ทั้งนี้ สถานการณ์ดังกล่าว ต้องเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน สถานการณ์ที่ประชาชนกำลังให้ความสนใจ เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เทียบได้กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Science competencies) ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ตามนิยามของ PISA

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบ ดังนี้

1.1 ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน

1.2 บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์

1.3 ระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล

2. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีความรู้และทักษะ 4 ด้าน ได้แก่

2.1 การรู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยานแสดงว่ามีความเข้าใจว่าจะต้องมีข้อมูลหลักฐานใดจากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับหรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้าง ข้อสรุป การพยากรณ์ หรือคาดการณ์ล่วงหน้า

2.2 การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่

2.3 การสื่อสารข้อสรุป การสื่อสารข้อมูลเฉพาะ หรือข้อสรุปจากประจักษ์พยานและข้อมูลจะเกี่ยวของกับการสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งจากสถานการณ์ และข้อมูลที่กำหนดให้โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้

2.4 การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Concept) นั้น ๆ ไปใช้ได้ในสถานการณที่กำหนดให้ โดยมีการอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง คาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้างถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่างหรือระบุว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลตามที่กำหนดให้

จากกรอบของแนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ PISA (2006) และ TIMSS (2003) หากวิเคราะห์แล้วพบว่ามีความคล้ายคลึงกับแนวทางของการให้เหตุผลแบบอุปนัย ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้สามารถสรุปได้ ดังนี้

ลอว์สัน (Lawson, 2010) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลแบบอุปนัย ซึ่งกล่าวโดยสรุปว่าเป็นการให้เหตุผลที่เป็นกระบวนการสร้างข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตหรือการสำรวจตรวจสอบซ้ำ ๆ จากข้อเท็จจริงเพื่อให้ได้ข้อสรุปทั่วไป

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) กล่าวว่า การให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงเพื่อหาข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง นั่นคือการสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป

กีรติ บุญเจือ (2550) กล่าวว่าการให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึง การพิสูจน์โดยอ้างประสบการณ์เฉพาะหน่วยสนับสนุนข้อความทั่วไปที่เรายังไม่แน่ใจ เช่น เราเคยเห็นต้นมะพร้าวจำนวนมากแล้ว ปรากฏว่าไม่แตกกิ่งก้านเหมือนต้นไม้อื่น ๆ เราก็อุปนัยเป็นกฎทั่วไปว่า “ต้นมะพร้าวทุกต้นไม่แตกกิ่งก้าน”

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยเป็นแนวทางที่สอดคลองกับการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบกับการให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นการให้เหตุผลที่พบได้อยู่บ่อยครั้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลแบบอุปนัยยังสอดคล้องกับแนวทางที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในระดับนานาชาติ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยในงานวิจัยนี้ หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสังเกตเหตุการณ์ย่อยเฉพาะ

หน่วยแล้วสรุปเป็นข้อสรุป แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ โดยมีการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย ประกอบด้วยลำดับขั้นที่สำคัญ 3 ประการ (พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556) ดังนี้

1. สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ กล่าวคือสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป

2. สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลได้ หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อมูล หรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล หรือหลักฐานที่ได้เลือกมา

3. สามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐาน และประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐานได้

จากการศึกษาแนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตาม พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2556) โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นตามองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ 1) การระบุข้อมูลหรือสัณฐานหรือประจักษ์พยาน 2) การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน และ 3) การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากหลักฐาน ข้อมูล ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าว ทั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางในการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ข้อสอบอัตนัยใช้ทดสอบหลังสิ้นสุดวงรอบปฏิบัติการ 2 ข้อ ซึ่งทำการทดสอบทั้งหมด 3 วงรอบปฏิบัติการ รวมทั้งหมดเป็นจำนวน 6 ข้อ ในแต่ละข้อประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ

5. เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.1 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของลอว์สัน

ลอว์สัน (Lawson, 1995) ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยได้สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (Lawson’s Classroom Test of Scientific Reasoning) ซึ่งมีข้อกำหนดสำหรับการให้คะแนน โดยนักเรียนควรเลือกคำตอบที่ถูกต้องและสามารถอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบได้อย่างถูกต้องด้วยเช่นกัน โดยแบบวัดของ Lawson นั้นมีทั้งหมด 24 ข้อ คิดเป็น 12 คะแนน ซึ่งเกณฑ์การ

กำหนดระดับความสามารถของนักเรียนแบ่งเป็น 3 ระดับ ตามแนวคิดของปิอาเจต์ (Moore, 2012; Tajudin & Chinnappan, 2015; กิ่งฟ้า สินธุวงศ์, 2547) ดังนี้

1) คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 25 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีระดับการคิดขั้นปฏิบัติการคิดรูปธรรม (concrete operational level) ในระดับนี้นักเรียนสามารถใช้ตรรกะได้อย่างเหมาะสม นักเรียนมีรูปแบบการคิดที่สามารถเข้าใจมโนทัศน์ที่ใช้อ้างอิงถึงการกระทำที่คล้ายคลึงกันหรืออ้างอิงถึงวัตถุที่สามารถสังเกตเห็นได้ และสามารถอธิบายในรูปของการเชื่อมโยงอย่างง่ายได้ (เช่น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทุกรูปเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก แต่ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากทุกรูปที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส) นักเรียนสามารถคิดตามขั้นตอนวิธีการอย่างเป็นลำดับ และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดของตนเองกับหลักฐานอื่นที่คล้ายคลึงกันได้ด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการอนุรักษ์ (conservation) เรื่อง มวล ความยาว น้ำหนัก พื้นที่ และมีความสามารถในการอนุรักษ์ปริมาตรได้บ้าง อย่างไรก็ตามนักเรียนมักมีปัญหาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่อยู่นอกเหนือบริบทที่เป็นรูปธรรม ทำให้มีความยากในการสร้างมโนทัศน์เชิงนามธรรมและการสร้างสมมติฐาน ไม่สามารถจำแนกหรือวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน อีกทั้งการให้เหตุผลยังไม่คงที่ หรือยังคงมีความขัดแย้งในข้อเท็จจริงของนักเรียนเอง

2) คะแนนอยู่ในช่วงร้อยละ 25 – 58 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีระดับการคิดระหว่างรูปธรรมและนามธรรม (transitional level) ตัวอย่างเช่น การให้เหตุผลแบบสัดส่วน (propositional reasoning) หากนักเรียนมีความคิดระดับรูปธรรม (concrete operational level) นักเรียนจะไม่คำนึงถึงผลของอัตราส่วนและจะหาคำตอบด้วยการคาดเดา ขณะที่นักเรียนมีความคิดระดับกึ่งรูปธรรมและนามธรรม นักเรียนจะคำนึงถึงผลของอัตราส่วน แต่จะมีสมมติฐานว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าส่วนหนึ่ง อีกค่าส่วนหนึ่งก็จะมีการเปลี่ยนแปลงเท่ากัน อีกทั้งแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานแก้ปัญหาได้ในบางสถานการณ์

3) คะแนนมากกว่าร้อยละ 58 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดแบบนามธรรม (formal operational level) นักเรียนสามารถคิดในเชิงนามธรรม ให้เหตุผลเชิงตรรกะ แสดงความคิดเห็นเชิงนามธรรมโดยไม่ต้องอาศัยของจริงประกอบ และเขียนข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถสร้างคำอธิบายที่เป็นไปได้เกี่ยวกับหลักฐานเชิงสาเหตุ สามารถให้เหตุผลเชิงนิรนัยเพื่อทดสอบสมมติฐาน หรือนักเรียนสามารถบอกปัจจัยเชิงสาเหตุ แสดงการให้เหตุผลแบบนิรนัยอย่างเป็นลำดับ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ตรรกะในสถานการณ์สมมติในบริบทส่วนใหญ่ได้ ซึ่งผู้คิดแบบนามธรรมนี้จะเริ่มมีการคิดเหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ และสามารถพัฒนาการให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัยได้เป็นอย่างยิ่ง โดยสามารถตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง พิสูจน์ แปลข้อมูล ลงข้อสรุป อนุมานผลจากข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้ อีกทั้งยังมีความสามารถในอนุรักษ์เรื่องปริมาตรได้ดี

5.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)

โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ได้ให้ความสำคัญกับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 กลุ่ม ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เทียบได้กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Science competencies) ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ตามนิยามของ PISA ทั้งนี้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในระดับนานาชาติ ประกอบด้วยลำดับขั้นที่สำคัญ 3 ประการ (พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556) ดังนี้

1. สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ กล่าวคือสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป

2. สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลได้ หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อมูล หรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล หรือหลักฐานที่ได้เลือกมา

3. สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐาน และประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐานได้

สำหรับเกณฑ์การตัดสินคุณภาพของผลการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556; อ้างอิงเกณฑ์จาก Lawson, 1995) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามพฤติกรรมบ่งชี้ได้ 3 ระดับ และมีเกณฑ์การแปลผลคะแนน ได้แก่ ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556)

ช่วงคะแนน	ความหมาย
11 - 15	มีความสามารถอยู่ในระดับดี
6 - 10	มีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้
0 - 5	มีความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556 ; อ้างอิงเกณฑ์จาก Lawson, 1995) ซึ่งสอดคล้องกับการวัดและประเมินผลตามกรอบประเมินผลสมรรถนะของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ 1) การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน 2) การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล และ 3) การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล โดยกำหนดเกณฑ์การตัดสินคุณภาพของผลการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง และประเมินผลจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในรูปแบบข้อสอบแบบอัตนัย โดยทำการประเมินผลหลังจากการสอนแต่ละวงรอบ ซึ่งประเมินผลทั้งหมด 3 วงรอบ วงรอบละ 2 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 6 ข้อ ในแต่ละข้อประกอบด้วยข้อคำถามย่อยที่วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

เคมมิส และแม็คทาการ์ท (Kemmis & McTaggart, 1988) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่น ๆ ในเชิงเทคนิค แต่แตกต่างด้านวิธีการ ซึ่งวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflecting) โดยเริ่มต้นที่ขั้นการวางแผน

(Planing) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนผล (Reflection) เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

จอนสัน (Johnson, 2008) ให้ความหมายการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการวิจัยระหว่างการปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังเผชิญอยู่ โดยเป็นกระบวนการศึกษาสภาพหรือสถานการณ์ที่เป็นจริงของสถานศึกษาเพื่อทำความเข้าใจ และพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพของการปฏิบัติงาน

องอาจ นัยพัฒน์ (2548) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่ทำโดยนักวิจัยและคณะบุคคลที่เป็นผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงาน องค์กร หรือชุมชน โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำผลการศึกษาวิจัยที่ค้นพบหรือสรรค์สร้างขึ้นไปใช้ปรับปรุงแก้ ปัญหา หรือพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานได้อย่างทันต่อเหตุการณ์ สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งกลมกลืนกับโครงสร้างการบริหารงาน ตลอดจนบริบททาง ด้านสังคมและวัฒนธรรมและด้านอื่น ๆ ที่แวดล้อมหรือเกิดขึ้นในสถานที่เหล่านั้น

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2552) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง การรวบรวมและหรือการแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยมีการปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการซ้ำหลาย ๆ ครั้งจนกระทั่งผลของการปฏิบัติงานนั้นบรรลุจุดประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ

สุวิมล ว่องวาณิช (2557) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการเป็นการค้นหาข้อความรู้ที่มีขั้นตอนหลักสำคัญ คือการวิจัยและการปฏิบัติเป็นกระบวนการที่มีการดำเนินงานเป็นวงจรต่อเนื่องและทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน อีกทั้งยังมีการสะท้อนผลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของตนเองและผลที่เกิดขึ้น โดยเปิดโอกาสให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนในการวิพากษ์วิจารณ์การทำงานและผลที่ได้รับสุดท้าย คือ ผลที่ได้จากการวิจัยจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงการทำงานที่ดีขึ้น

จากการศึกษาความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการศึกษารวบรวม หรือการแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุป อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้หลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุวัตถุประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ โดยกำหนดขั้นตอนของการวิจัยประกอบด้วยการวางแผน (Planing) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนผล (Reflection)

2. ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้น มีนักวิชาการหลายท่านได้อธิบายลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ ดังนี้

เคมมิส และแม็คทาการ์ท (Kemmis & McTaggart, 1988) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ ดังนี้

1. เป็นวิธีปรับปรุงการปฏิบัติงาน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและเรียนรู้จากการเปลี่ยนแปลงนั้น

2. เป็นการดำเนินงานของผู้ปฏิบัติงานเอง เพื่อการพัฒนางานของตนเองและกลุ่มอาชีพของตนเอง

3. เป็นกระบวนการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องเป็นวงจร โดยเริ่มจากการวางแผน การปฏิบัติตามแผน การสังเกต และการสะท้อนผล เป็นวงจรเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่างานนั้นจะได้รับการปรับปรุงตามที่ต้องการ

4. ต้องอาศัยความร่วมมือจากฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เน้นกระบวนการกลุ่ม

5. เกิดจากความเต็มใจและเห็นความสำคัญของการปรับปรุงพัฒนางานของตนเอง

6. การอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานหรือกลุ่มวิชาชีพของผู้ปฏิบัติงานเอง ภายใต้เงื่อนไขและสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงมากกว่าจะเชื่อตามหรืออ้างอิงทฤษฎีจากภายนอกเพียงอย่างเดียว

7. เป็นกระบวนการที่มีความยืดหยุ่นสูง มีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานได้ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับข้อมูลและสถานการณ์ในขณะนั้น

8. เน้นการสังเกตและบันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปผลที่ถูกต้อง

9. เน้นทั้งผลที่เกิดขึ้นและกระบวนการปฏิบัติงาน

10. เน้นวิธีการเชิงคุณภาพมากกว่าเชิงปริมาณ

ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกูล (2543) ได้อธิบายลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่ามีลักษณะสำคัญ 3 ประการคือ

1. เป็นการวิจัยที่เรียกว่า Self-Reflective Inquiry คือ ไม่ได้มุ่งพัฒนาความรู้ใหม่ แต่จุดเน้นอยู่ที่การมองสะท้อนกลับสภาพการณ์หรือปัญหาที่เผชิญอยู่

2. เป็นการดำเนินการวิจัย โดยผู้ที่มีส่วนร่วมภายในหน่วยงานหรือองค์กรนั้น โดยเป็นการวิจัยร่วมกันของบุคคลผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

3. เป็นการวิจัยเพื่อหวังผลในการปรับปรุง พัฒนาวิธีการปฏิบัติในหน่วยงานหรือองค์กรนั้น ๆ เพื่อการพัฒนาตามแนวทางใดแนวทางหนึ่ง

จากการศึกษาลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการสรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการดำเนินการศึกษา และปฏิบัติร่วมกันแบบมีส่วนร่วมของบุคคลภายในองค์กร โดยผ่านการวิเคราะห์วิจารณ์อย่างเป็นระบบตามสภาพจริง เพื่อมุ่งหวังในการแก้ปัญหาปรับปรุงและพัฒนาการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการวิจัยครั้งนี้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เคมมิส และแม็คทาการ์ท (Kemmis & McTaggart, 1988) ได้นำแนวคิดของ Lewin มาศึกษาและปรับปรุงรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยเห็นว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการคือการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือกันเป็นหมู่คณะ จะกระทำคนเดียวไม่ได้ เพราะการกระทำเพียงคนเดียวถึงแม้ว่าจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่จะทำลายพลังงานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากกลุ่ม ดังนั้น ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการจึงต้องกำหนดจุดร่วมและความสนใจร่วมกัน เมื่อได้จุดร่วมและความสนใจร่วมกันแล้วก็จะนำไปสู่การปฏิบัติที่สำคัญ 4 ประการที่เกี่ยวข้องกันเป็นวงจร ซึ่งการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ เคมมิส และแม็คทาการ์ท (Kemmis & McTaggart, 1988) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การพัฒนาแผนการปฏิบัติเพื่อปรับปรุงสิ่งที่เป็นปัญหา เป็นการวางแผนที่มีโครงสร้างและแนวทางที่ชัดเจน ซึ่งจะต้องมีความยืดหยุ่น และควรคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตที่อาจส่งผลต่อแผนที่วางไว้

2. การปฏิบัติตามแปลน เป็นการดำเนินตามแผนที่กำหนดไว้อย่างละเอียดรอบคอบ และมีการควบคุมอย่างเคร่งครัด

3. การสังเกตผลการปฏิบัติ เป็นการบันทึกข้อมูล หลักฐาน โดยอาจใช้วิธีการและเครื่องมือวัดแบบต่าง ๆ

4. การสะท้อนผลการปฏิบัติ เป็นกระบวนการทบทวนการปฏิบัติจากบันทึกที่ได้จากการสังเกตว่าได้ผลเป็นอย่างไร มีปัญหา หรือ ขัดแย้งอย่างไร เพื่อนำข้อมูลที่ได้เป็นพื้นฐานในการวางแผนในวงจรต่อไป

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2552) ได้เสนอขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนว่า มีขั้นตอนการวิจัยที่สำคัญทั้งหมด 7 ขั้น ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหาในชั้นเรียน เริ่มด้วยการสังเกตและวิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

2. การออกแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เป็นการเลือกรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการที่เหมาะสมกับปัญหาที่จะทำวิจัยการ

3. การค้นหาและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา ในขั้นนี้เป็นการเลือกนวัตกรรมการศึกษาที่มีความเหมาะสมกับสภาพและบริบทของผู้เรียน

4. การเขียนโครงร่างการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อเป็นกรอบแนวคิดขั้นดำเนินงานวิจัย

5. การสร้างเครื่องมือการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ควรดำเนินการหาค่าคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้และควรมีค่าคุณภาพที่น่าเชื่อถือ

6. การประมวลผลการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เป็นการเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยและเหมาะสมกับข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมไว้

7. การเขียนรายงานการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการวิจัย

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2557) ได้เสนอขั้นตอนการทำวิจัย โดยผนวกแนวคิดของเคมมิสและซมัค (Kemmis, 1989 & Schmuck, 2006 อ้างอิงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มต้นจากการคิดใคร่ครวญถึงปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วรวบรวมความรู้และประสบการณ์ ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อสร้างวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะสามารถนาไปสู่เป้าหมายได้

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) นำวิธีการจากขั้นที่ 1 ไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

3. ขั้นสังเกต (Observe) ในขั้นนี้ครูจะทำการตรวจสอบด้วยตนเองว่าวิธีการที่เลือกนั้นได้ผลหรือไม่ หากพบข้อบกพร่องครูต้องดำเนินแก้ไขอย่างรวดเร็ว โดยในขั้นนี้ครูต้องเปิดโอกาสให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสะท้อนถึงความรู้สึกและสิ่งที่ได้เรียนรู้ และมีการจดบันทึกเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เป็นอุปสรรคหรือปัญหาเสมอ

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ครูนำผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาสะท้อนตนเองและหาแนวทางปรับวิธีปฏิบัติให้ได้ผลดีขึ้นร่วมกันกับผู้ที่เกี่ยวข้อง หากพบว่าวิธีที่ปฏิบัติไปนั้นเหมาะสมแล้วก็ให้ตั้งเป้าหมายที่สูงขึ้น จากนั้นเริ่มขั้นตอนที่ 1 วางแผนอีกครั้งไปเรื่อย ๆ จนสามารถใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของตัวครูเองได้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องมีการดำเนินงานเป็นวงจรอย่างต่อเนื่องกัน เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการ

ปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้เลือกดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ เคมมิส และแม็คทาการ์ท (Kemmis & McTaggart, 1988) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จันทร์พร พรหมมาศ (2541) ได้ทำการศึกษาผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อสัมฤทธิผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จากการศึกษาการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ ในขั้นการสร้างมโนทัศน์อยู่ในระดับที่ดีกว่าในขั้นการศึกษาสำรวจและขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ ในทุกระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง มีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ดีกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ปานกลางและต่ำ ในทุกขั้นตอนการเรียนการสอน นอกจากนี้ในการศึกษาเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ มีมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกชั้นของระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยและกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ซึ่งทำการเก็บข้อมูลด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบวัดมโนทัศน์ทางชีววิทยา วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติค่าที ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ สูงกว่าร้อยละ

60 นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้น เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป และเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์คิดเป็นร้อยละ 84.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ภคพร อิสระ (2557) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนทั่วไป รวมไปถึงเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดกว่าร้อยละ 70

สำเร็จ นางสีคุณ (2557) ได้ทำการศึกษาการใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐาน ผ่านสื่อการเรียนรู้ดิจิตอล เรื่อง พันธุกรรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นปีที่ 3 โดย

ดำเนินการทดลองด้วยการแบ่งผู้เรียนออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับกลยุทธ์การให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐาน และกลุ่มที่ไม่ได้รับกลยุทธ์การให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐาน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า กิจกรรมเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านสื่อการเรียนรู้ดิจิตอล เรื่อง พันธุกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั่วไปและการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม โดยใช้สื่อการเรียนรู้ดิจิตอลนั้น อาจถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้ในทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

สิรินุช เข็มคง และคณะ (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบันทึกหลังสอนของครู บันทึกข้อเสนอแนะจากครูพี่เลี้ยง บันทึกเสียงระหว่างการสอน และใบกิจกรรมของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์แบบอุปนัย ผลการศึกษาพบว่าแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ 1) การใช้สื่อภาพนิ่งของสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนมีโอกาสพบเห็นได้น้อยหรือหาดูได้ยาก ร่วมกับคำถามกระตุ้นความคิดเพื่อนำนักเรียนไปสู่การตั้งสมมติฐาน 2) การใช้สถานการณ์หรือข่าวที่พบในทีวีหรือสื่อสังคมออนไลน์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และ 3) การให้นักเรียนสวมบทบาทสมมติในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อเป็นตัวขับเคลื่อนให้นักเรียนทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นหรือทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อคลี่คลายปัญหา

2. งานวิจัยต่างประเทศ

ลอว์สัน (Lawson, 2001) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์อย่างเป็นระบบและช่วยพัฒนารูปแบบการให้เหตุผลของนักเรียน และช่วยให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความรู้เดิมของตน

ลอว์สัน (Lawson, 2010) ได้ทำการศึกษาการให้เหตุผลของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการให้เหตุผลของนักวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลจนได้ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ที่เป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ความคิดเห็นที่แตกต่างของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการพิจารณาธรรมชาติของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) การโต้แย้ง (Argumentation) และการค้นพบ (Discovery) การวิจัยนี้เป็นรูปแบบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อันประกอบด้วย การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมตินัย (Abduction) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอธิบาย (Retroduction) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และการให้

เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (Deductive Reasoning) ซึ่งเป็นรูปแบบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การโต้แย้ง และการค้นพบ ที่เป็นสมมติฐานที่มีประโยชน์ใช้เป็นกรอบแนวคิดสำหรับการเรียนการสอนที่พัฒนาการให้เหตุผลและทักษะการโต้แย้งของนักเรียน การศึกษาประวัติการทำงานของนักวิทยาศาสตร์พบว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้รูปแบบการให้เหตุผลและการโต้แย้งในระหว่างการทำงาน ในรูปแบบของ If/Then/Therefore ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจะนำไปประยุกต์ในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

เอการ์ และแพตตัน (Acar & Patton, 2012) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยมีการโต้แย้งเป็นฐานในการพัฒนาทักษะการโต้แย้งและทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนามธรรม (formal scientific reasoning) โดยการวัดการให้เหตุผลนั้นใช้แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson ในการวัดทักษะการให้เหตุผล เช่น การให้เหตุผลเชิงความน่าจะเป็น การให้เหตุผลแบบเชื่อมโยง การให้เหตุผลเชิงความสัมพันธ์ และการให้เหตุผลเชิงสมมติฐาน เป็นต้น โดยแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบปรนัยมีตัวเลือกสองทิศทาง (two-tier) จากผลการทดสอบ พบว่า คะแนนการให้เหตุผลหลังการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.26 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนการให้เหตุผลก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 โดยมีคะแนนการให้เหตุผลก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 7.02 คะแนน

เอการ์ (Acar, 2014) ได้ศึกษาความแตกต่างของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ความรู้เชิงมโนทัศน์ และผลสัมฤทธิ์ ระหว่างครูวิทยาศาสตร์ที่มีมโนทัศน์ผิดพลาดและครูที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งครูทั้งสองกลุ่มนี้มีคะแนนการให้เหตุผล ความรู้เชิงมโนทัศน์ และผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันก่อนเรียน เมื่อมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการโต้แย้งเป็นฐาน (argumentation-based guided inquiry) พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ คะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ของครูมีมโนทัศน์ผิดพลาดและครูที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องมีช่วงความแตกต่างที่แคบลง ขณะที่คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของครูทั้งสองกลุ่มยังคงมีช่วงความแตกต่างอยู่ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของครูทั้งสองกลุ่มสูงขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่าการใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถทำการทดลองหรือศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบจากสถานการณ์ที่หลากหลาย ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเองได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยในรูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. วิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. ขั้นตอนดำเนินการวิจัย และการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 35 คน โดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวนทั้งหมด 33 คน ซึ่งได้มาจากการทดสอบโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนจากงานวิจัยของ จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวมรวบข้อมูลในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมุติฐานนิรนัย รายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 9 แผน รวมเวลา 13 ชั่วโมง

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด รายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ใช้ทดสอบหลังสิ้นสุดแต่ละวงรอบปฏิบัติวงจรละ 2 ข้อ ซึ่งมีทั้งหมด 3 วงรอบปฏิบัติ โดยแบบทดสอบแต่ละข้อประกอบด้วยข้อคำถามย่อยที่วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ

3. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

วิธีการสร้าง และหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย รายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 9 แผน 13 ชั่วโมง มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2) ศึกษาเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา ในหนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเล่ม 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

3) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาข้อมูลในการวางแผนและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย

4) วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และจำนวนหน่วยกิต ซึ่งโรงเรียนวาปีปทุม ได้กำหนดให้รายวิชาชีววิทยา (ว30243) มี 1.5 หน่วยกิต โดยกำหนดการจัดการเรียนรู้ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 20 สัปดาห์ เวลารวม 60 ชั่วโมง ซึ่งมีระยะเวลาการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ระบบย่อยอาหาร	9
ระบบหายใจ	11
ระบบหมุนเวียนเลือด	13
ระบบน้ำเหลือง	2
ระบบภูมิคุ้มกัน	12
ระบบขับถ่าย	7

ตารางที่ 2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
สอบกลางภาค และสอบปลายภาค	6
รวม	60

ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

5) วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงรอบ	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์และมนุษย์	1
	2	โครงสร้างของหัวใจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	2
	3	หลอดเลือด	1
2	4	การหมุนเวียนเลือดของปลา	2
	5	การวัดชีพจร	1
	6	ทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดเวน	2
3	7	เลือดและส่วนประกอบของเลือด	1
	8	เซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์	2
	9	หมู่เลือดและการให้เลือด	1
รวม			13

6) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อกำหนดเป็นรายละเอียดในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

วงรอบ	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์และมนุษย์	สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายไม่ซับซ้อนจะลำเลียงสารต่าง ๆ โดยการแพร่ ส่วนสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนจะลำเลียงสารโดยระบบหมุนเวียนเลือด ระบบหมุนเวียนเลือดแบบวงจรเปิดเป็นระบบหมุนเวียนเลือดที่เลือดไหลออกจากหัวใจไปตามหลอดเลือดแล้วไหลออกจากหลอดเลือดผ่านช่องว่างระหว่างลำตัว ระบบหมุนเวียนเลือดแบบวงจรปิดเป็นระบบหมุนเวียนเลือดที่เลือดไหลเวียนอยู่ในท่อของหลอดเลือดตลอดเวลา	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์และมนุษย์ได้ 2. นักเรียนสามารถจำแนกการลำเลียงสารของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดได้ 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลาและมีความสนใจใฝ่เรียนรู้	1
	2	โครงสร้างของหัวใจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	หัวใจ มีหน้าที่สูบฉีดเลือดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย อยู่บริเวณส่วนกลางของช่องอกซึ่งถูกขนาบข้างด้วยปอด หัวใจถูกห่อหุ้มโดยเยื่อหุ้มหัวใจ หัวใจมีระบบหลอดเลือด หัวใจที่นำเลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจโดยตรง หัวใจพัฒนามาจากหลอดเลือด มีเนื้อเยื่อหนา เรียกว่า กล้ามเนื้อหัวใจ ภายในหัวใจแบ่งออกเป็น 4 ห้อง ได้แก่ ห้องบน 2 ห้อง และห้องล่าง 2 ห้อง	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของหัวใจแต่ละห้องกับลิ้นหัวใจและหลอดเลือดที่เชื่อมต่อกับหัวใจได้ 2. นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้องตามขั้นตอน 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม	2

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงรอบ	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	3	หลอดเลือด	หลอดเลือด มีลักษณะเป็นท่อสำหรับให้เลือดไหลเวียนเพื่อลำเลียงสารต่าง ๆ หลอดเลือดอาร์ฌทอรีนำเลือดออกจากหัวใจไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย ส่วนหลอดเลือดเวนทำหน้าที่นำเลือดกลับเข้าสู่หัวใจ ภายในหลอดเลือดเวนมีลิ้นกั้นเป็นระยะเพื่อป้องกันเลือดไหลย้อนกลับ ส่วนหลอดเลือดฝอยจะรับเลือดต่อจากหลอดเลือดแดงเล็ก ในขณะเลือดไหลผ่านหลอดเลือดฝอยจะมีการแลกเปลี่ยนก๊าซ สารอาหาร น้ำ และของเสียต่าง ๆ ระหว่างเลือดกับเซลล์	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับหน้าที่ของหลอดเลือดแต่ละชนิดได้ 2. นักเรียนสามารถจำแนกโครงสร้างของหลอดเลือดแต่ละชนิดได้ 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลาและมีความสนใจใฝ่เรียนรู้	1
2	4	การหมุนเวียนเลือดของปลา	เลือดในหลอดเลือดอาร์เทอรีไหลออกจากหัวใจ ส่วนเลือดในหลอดเลือดเวนไหลเข้าสู่หัวใจ หลอดเลือดอาร์เทอรีเลือดจะไหลจากด้านโคนหางไปยังด้านปลายหางของปลา ส่วนหลอดเลือดเวนเลือดจะไหลจากด้านปลายหางไปยังด้านโคนหางของปลา ส่วนการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดนั้น เซลล์เม็ดเลือดแดงที่เคลื่อนไปทางด้านหางจะเคลื่อนที่เร็วกว่า	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทิศทางการหมุนเวียนเลือดบริเวณหางปลาได้ 2. นักเรียนมีทักษะการสังเกต 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม	2

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงรอบ	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2			ไปทางด้านหัวและ เซลล์เม็ดเลือดที่เคลื่อนไปในหลอดเลือดขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่เร็วกว่าในหลอดเลือดขนาดเล็ก		
	5	การวัดชีพจร	การทำงานของหัวใจเกิดจากการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจเป็นจังหวะ สามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้โดยตรงด้วยการฟังที่ใช้ สเตตโตสโคป (stethoscope) แนบที่อกบริเวณหัวใจ หรือวัดได้จากการหดตัวและคลายตัวของผนังหลอดเลือดอาร์เทอรีเรียกว่า ชีพจร ซึ่งวัดเป็นจำนวนครั้งต่อนาที การตรวจวัดชีพจรสามารถทำได้ด้วยตนเองโดยการจับตามบริเวณต่าง ๆ ที่มีเส้นเลือดแดงอยู่ใกล้กับผิวหนัง เช่น ข้อมือ ข้อพับ และลำคอ	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเต้นของชีพจรได้ 2. นักเรียนสามารถออกแบบและปฏิบัติการทดลองได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม	1
	6	ทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดเวน	เลือดไหลเวียนอยู่ในหลอดเลือด หัวใจมีเอเตรียมรับเลือดเข้าสู่หัวใจและเวนตริเคิลสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจ เลือดดีจะเข้าสู่หลอดเลือดแดงใหญ่ ซึ่งมีแรงดันมากเพื่อส่งเลือดไปทั่วร่างกาย เลือดออกจากหัวใจผ่านทางหลอดเลือดเออออตาร์ อาร์เตอรี อาร์เตอริโอล หลอดเลือดฝอย เวนูล เวน	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดขณะปกติและขณะถูกกดได้	2

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงรอบ	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			และเวนาคาวา จากนั้นเลือดเสียจากทั่วร่างกายจะไหลเข้าสู่หลอดเลือดดำกลับไปยังหัวใจ และส่งไปฟอกที่ปอดเพื่อเริ่มวงจรการไหลเวียนของเลือดใหม่	2. นักเรียนสามารถลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ทำการศึกษาได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม	
3	7	เลือดและส่วนประกอบของเลือด	เลือดประกอบด้วยส่วนที่เป็นของเหลว เรียกว่า น้ำเลือด หรือพลาสมา และของแข็งคือเซลล์เม็ดเลือดและเกล็ดเลือด โดยเซลล์เม็ดเลือดแดงจะขนส่ง O_2 จากปอดไปสู่เซลล์ต่าง ๆ และนำ CO_2 กลับมาที่ปอด เซลล์เม็ดเลือดแดงมีลักษณะกลมแบน มีรอยบุ๋มตรงกลาง ไม่มีนิวเคลียสและไมโทคอนเดรีย ส่วนเซลล์เม็ดเลือดขาว มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ เซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีแกรนูล และเซลล์เม็ดเลือดขาวที่ไม่มีแกรนูล ส่วนเกล็ดเลือดเกิดจากชิ้นส่วนของไซโทพลาซึมของเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่แตกออกและหลุดเข้าสู่เส้นเลือด ไม่มีนิวเคลียส มีรูปร่างไม่แน่นอน	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสำคัญของส่วนประกอบของเลือดได้ 2. นักเรียนสามารถจำแนกลักษณะของส่วนประกอบของเลือดแต่ละส่วนได้ 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลาและมีความสนใจใฝ่เรียนรู้	1

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงรอบ	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	8	เซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์	เซลล์เม็ดเลือดแดงของมนุษย์มีลักษณะค่อนข้างกลมเว้าบริเวณกลางคล้ายโดนัท ไม่มีนิวเคลียส เมื่อเจริญเต็มที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7-8 ไมโครเมตร ส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นฮีโมโกลบิน ซึ่งทำให้เลือดมีสีแดง ส่วนเซลล์เม็ดเลือดขาว เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส ไม่มีฮีโมโกลบิน เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เมื่อเจริญเต็มที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8-20 ไมโครเมตร ส่วนเพลตเลตหรือเกล็ดเลือดเป็นชิ้นส่วนของไซโทพลาซึมของเซลล์ในไขกระดูก มีรูปร่างแน่นอน และพลาสมาคือของเหลวที่เป็นส่วนประกอบของเลือด	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแต่ละชนิดได้ 2. นักเรียนสามารถสังเกตและระบุรูปร่างลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแต่ละชนิดได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม	2
	9	หมู่เลือดและการให้เลือด	หมู่เลือดเป็นตัวบ่งบอกความแตกต่างของเลือด ซึ่งดูจากสาร 2 ชนิด คือ แอนติเจนและแอนติบอดีในเลือด โดยแอนติเจนเป็นโมเลกุลของโปรตีนที่พบบริเวณผิวด้านนอกของเซลล์เม็ดเลือดแดง ส่วนแอนติบอดีจะอยู่ในพลาสมาหรือน้ำเลือด ความแตกต่างกันของแอนติเจนในเลือดทำให้เกิดความจำเพาะในการรับและการให้เลือด หากผู้ป่วย	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการให้เลือดได้ 2. นักเรียนสามารถจัดทำและสื่อความหมายข้อมูลได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม	1

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)

วงรอบ	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			จำเป็นต้องได้รับเลือด แพทย์จะให้เลือดที่ตรงกับหมู่เลือดของผู้ป่วย ยกเว้นกรณีฉุกเฉินหรือไม่สามารถหาเลือดที่ตรงกับผู้ป่วยได้ แพทย์จะใช้หลักการให้เลือดที่เมื่อให้เข้าไปในร่างกายของผู้ป่วยแล้ว เม็ดเลือดแดงจะต้องไม่มีแอนติเจนที่ตรงกับแอนติบอดีที่ผู้ป่วยมี		
รวม					13

7) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามงานวิจัยของ เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548)

8) ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย รายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 9 แผน 13 ชั่วโมง ซึ่งในหัวข้อหลักในแต่ละแผนประกอบไปด้วย ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

9) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้วนั้นไปนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการเขียนแผน ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผล รวมทั้งเกณฑ์ที่ใช้วัดและประเมินผล

10) นำแผนการจัดการเรียนรู้และแบบประเมินคุณภาพความเหมาะสมของแผนการกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำ

11) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้วพร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนชีววิทยา ด้านการวัดและประเมินผล ประกอบด้วย

(1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา

นางพุทธชาติ ปะกิคา กศ.ม วิทยาศาสตรศึกษา

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ รองหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวาปีปทุม

(2) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา

นางสาวอัมวิกา ทวยจันทร์ กศ.ม. วิทยาศาสตรศึกษา

ตำแหน่ง ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวาปีปทุม

(3) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

นางขนิษฐา เตชะนอก ค.ม. หลักสูตรและการเรียนการสอน

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวาปีปทุม

(4) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

ผศ. ดร.มนตรี วงษ์สะพาน กศ.ด. การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร

ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(5) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและการประเมินผล

ผศ. ดร.อรนุช ศรีสะอาด ปร.ด. วิจัยและประเมินผลการศึกษา

ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

12) ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง โดยกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนในช่องที่ตรงความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีระดับคุณภาพ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยมาก

13) ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ และนำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ 5 ระดับ (Rating Scale) ของลิเคอร์ท (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

ระดับคะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์การประเมิน
4.51 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

กำหนดคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยผลการประเมินแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 5 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก หน้าที่ 188)

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 5 ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
1. การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์และมนุษย์	4.50	มาก
2. โครงสร้างของหัวใจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	4.49	มาก
3. หลอดเลือด	4.47	มาก
4. การหมุนเวียนเลือดของปลา	4.53	มากที่สุด
5. การวัดชีพจร	4.48	มาก
6. ทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดเวน	4.53	มากที่สุด
7. เลือดและส่วนประกอบของเลือด	4.33	มาก
8. เซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์	4.51	มากที่สุด
9. หมู่เลือดและการให้เลือด	4.52	มากที่สุด

14) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาดำเนินการแก้ไข และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

(1) ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

(2) ปรับเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินให้เหมาะสม

15) นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย รายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 9 แผน 13 ชั่วโมง ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปดำเนินการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนเพื่อเก็บข้อมูลในงานวิจัย

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ใช้กรอบการสร้างตามกรอบประเมินผลของ จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556) โดยที่แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2) ศึกษาวิธีการสร้างและสร้างเครื่องมือจากทฤษฎี หลักการ แนวคิด และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3) ศึกษาเนื้อหา เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด รายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

4) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา และองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหา ตามวงรอบปฏิบัติการ

5) ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับใช้ทั้งหมด 3 วงรอบปฏิบัติการ โดยแบบวัดนี้ประกอบด้วยโจทย์ที่เป็นสถานการณ์ ในประเด็นระบบหมุนเวียนเลือด จำนวนทั้งหมด 9 ข้อ โดยกำหนดให้ข้อสอบแต่ละข้อประกอบด้วยคำถามย่อย 3 ข้อ ซึ่งเป็นคำถามที่วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ การกำหนดจำนวนข้อสอบแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การกำหนดจำนวนข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เนื้อหา	**จำนวนข้อสอบที่ออก**	**จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง**
การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์และมนุษย์ โครงสร้างของหัวใจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม และหลอดเลือด	3	2
การหมุนเวียนเลือดของปลา การวัดชีพจร และทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดเวน	3	2
เลือดและส่วนประกอบของเลือด เซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์ หมู่เลือดและการให้เลือด	3	2
รวม	9	6

6) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหาและแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

7) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนชีววิทยา ด้านการวัดและประเมินผล เพื่อพิจารณาความสอดคล้องความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

(1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา

นางพุทธชาติ ปะกิคา กศ.ม วิทยาศาสตรศึกษา

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ รองหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวาปีปทุม

(2) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา

นางสาวอัมวิกา ทวยจันทร์ กศ.ม. วิทยาศาสตรศึกษา

ตำแหน่ง ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวาปีปทุม

(3) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

นางขนิษฐา เตชะนอก ค.ม. หลักสูตรและการเรียนการสอน

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวาปีปทุม

(4) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและการประเมินผล

ผศ. ดร.อรนุช ศรีสะอาด ปร.ด. วิจัยและประเมินผลการศึกษา

ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(5) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและการประเมินผล

ผศ. ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ค.ด. การวัดและประเมินผลการศึกษา

ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมชี้วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) (ประสาท เนืองเฉลิม, 2561) โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามที่ต้องการวัดมีความสอดคล้อง

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อคำถามที่ต้องการวัดมีความสอดคล้อง

ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามที่ต้องการวัดไม่มีความสอดคล้อง

8) วิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมชี้วัด คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ โดยหลังจากผ่านการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แล้วพบว่าได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก หน้าที่ 208)

9) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

(1) แก้ไขคำชี้แจงของข้อสอบให้ถูกต้องเหมาะสม

(2) ปรับปรุงประเด็นปัญหาที่ต้องการวัดให้ชัดเจน

(3) ระบุเกณฑ์การให้คะแนนให้ชัดเจน

10) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการแก้ไขเรียบร้อยแล้วมาทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย เพื่อหาแนวทางในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนและวิเคราะห์ความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่สร้างขึ้น โดยใช้สูตร Whitney และ Sabers

11) วิเคราะห์หาค่าความยาก โดยใช้สูตร Whitney และ Sabers และวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2553) โดยกำหนดเกณฑ์คัดเลือกค่าความยากที่อยู่ในช่วง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 จากการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.28 – 0.64 และข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.17 – 0.39 โดยมีข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 2 ข้อ และมีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 7 ข้อ ทำการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 6 ข้อ

12) นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือก มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-Coefficient) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของแอลฟาเป็น 0.71

13) จัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

3. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน ในด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้เพื่อสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะทำกิจกรรม เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในครั้งถัดไป ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1) กำหนดขอบข่ายพฤติกรรมที่จะบันทึกในหัวข้อพฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การระบุข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยาน การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล และการคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล

2) สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนตามขอบข่ายพฤติกรรมที่กำหนด

3) นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจพิจารณาและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4) นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม โดยใช้แบบประเมินคุณภาพแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนชีววิทยา ด้านการวัดและประเมินผล โดยมีผู้เชี่ยวชาญที่ทำการพิจารณาชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ทำการตรวจสอบแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5) นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Congruence หรือ IC) โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IC (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) โดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามที่ต้องการวัดมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัด
ให้คะแนน	0	เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อคำถามที้องการวัดมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัด
ให้คะแนน	-1	เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามที่ต้องการวัดไม่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัด

กำหนดคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Congruence หรือ IC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) ที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยหลังจากผ่านการหาคุณภาพของแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนแล้ว พบว่า แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.90 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก หน้าที่ 211)

6) ปรับปรุงแก้ไขแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

(1) แก้ไขและปรับปรุงรายการพฤติกรรมของนักเรียนให้ชัดเจนตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามที่กำหนดไว้

(2) กำหนดเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมนักเรียนและแนวทางการบันทึกพฤติกรรมนักเรียน

7) จัดพิมพ์แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยต่อไป

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย และการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของเคมมิส และแม็คทาการ์ท (Kemmis & McTaggart, 1988) ซึ่งตามวงรอบปฏิบัติการ 3 วงรอบปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

วงรอบปฏิบัติการที่ 1

1. ขั้นวางแผน (Plan) ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) สำรวจสภาพปัญหาและทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาการเรียนการสอนด้วยการสังเกตชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนวาปีปทุม ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 โดยทำการสังเกตจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนและการสัมภาษณ์ครูผู้สอน เพื่อศึกษาสภาพปัญหา และหาแนวทางในการแก้ปัญหา

2) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กำหนดเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาชีววิทยา ที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

3) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนการสอน และเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาของงานวิจัย

4) ดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

5) นำเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแก้ไขจุดประสงค์ที่ต้องการประเมินให้สอดคล้องกับตัวแปรที่ศึกษา

(2) ปรับปรุงแก้ไขแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน โดยระบุรายการประเมินผลเพิ่มเติม

6) นำเครื่องมือวิจัยที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้อง และทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ โดยปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และปรับเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลให้เหมาะสมกับตัวแปรที่ทำการศึกษา

(2) ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแก้ไขคำชี้แจงของข้อสอบให้ถูกต้อง ปรับปรุงประเด็นปัญหาที่ต้องการวัด และระบุเกณฑ์การให้คะแนนให้ชัดเจน

(3) ปรับปรุงแก้ไขแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน โดยแก้ไขรายการพฤติกรรมของนักเรียนให้ชัดเจนตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามที่กำหนดไว้ กำหนดเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมนักเรียนและแนวทางการบันทึกพฤติกรรมนักเรียน

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นและผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปดำเนินการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

2) ผู้วิจัยลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยการดำเนินการวิจัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลา 4 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์และมนุษย์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของหัวใจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลอดเลือด

3. ขั้นสังเกต (Observe) ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ดำเนินการสังเกตและจดบันทึกข้อมูล การเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน

2) ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3) หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้แล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบนักเรียนเพื่อประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 2 ข้อ ข้อสอบแต่ละข้อประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 3 ข้อ รวมเป็น 6 ข้อ

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและออกแบบการจัดการเรียนรู้ สำหรับการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการถัดไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

วงรอบปฏิบัติการที่ 2

1. ขั้นวางแผน (Plan) ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลของปัญหาที่พบในชั้นเรียนและและผลการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนของวงรอบปฏิบัติการที่ 1

2) ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการประเมินให้ชัดเจน มีการนำเสนอประเด็นที่ใช้ในการศึกษาผ่านสื่อวิดีทัศน์ จากเดิมที่ใช้การนำเสนอแบบบรรยาย และให้นักเรียนเข้าสืบค้นข้อมูล ความรู้ จากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ภายในโรงเรียน เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นและผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปดำเนินการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

2) ผู้วิจัยลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยการดำเนินการวิจัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลา 5 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหมุนเวียนเลือดของปลา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การวัดชีพจร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดเวน

3. ขั้นสังเกต (Observe) ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ดำเนินการสังเกตและจดบันทึกข้อมูล การเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน

2) ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3) หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้แล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบนักเรียนเพื่อประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 2 ข้อ ข้อสอบแต่ละข้อประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 3 ข้อ รวมเป็น 6 ข้อ

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและออกแบบการจัดการเรียนรู้ สำหรับการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการถัดไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

วงรอบปฏิบัติการที่ 3

1. ขั้นวางแผน (Plan) ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลของปัญหาที่พบในชั้นเรียนและและผลการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนของวงรอบปฏิบัติการที่ 2

2) ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกำหนดให้สมาชิกทุกคนภายในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ได้ลงมือทำปฏิบัติการจริงหรือศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จากเดิมที่กำหนดให้ตัวแทนกลุ่มเป็นผู้ทำปฏิบัติการหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพียง 1-2 คน

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นและผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปดำเนินการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

2) ผู้วิจัยลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยการดำเนินการวิจัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลา 4 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง เลือดและส่วนประกอบของเลือด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง เซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง หมู่เลือดและการให้เลือด

3. ขั้นสังเกต (Observe) ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ดำเนินการสังเกตและจดบันทึกข้อมูล การเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน

2) ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3) หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้แล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบนักเรียนเพื่อประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 3 ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 2 ข้อ ข้อสอบแต่ละข้อประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 3 ข้อ รวมเป็น 6 ข้อ

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์ หลังจากสิ้นสุดวงรอบปฏิบัติการ และสรุปข้อมูลที่ได้จากการวิจัย

การจัดกระทำข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการนำคำตอบของนักเรียนมาคิดเป็นคะแนน ซึ่งการดำเนินการวิจัย 1 วงรอบปฏิบัติการใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 1 ชุด ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 2 ข้อ โดยข้อสอบแต่ละข้อประกอบด้วยคำถามย่อย 3 ข้อ ซึ่งเป็นคำถามที่วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ดังนั้น ข้อสอบ 1 ข้อ มีคะแนนเต็ม 3 คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดการตรวจให้คะแนนแสดงดังตารางที่ 7

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 7 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**รายการประเมิน**	
	1	**0**
1) การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	นักเรียนมีการระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป	นักเรียนไม่มีการระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป หรือตอบด้วยคำตอบอื่น ๆ หรือตอบไม่ถูกต้อง ตอบไม่ชัดเจน หรือไม่ตอบ
2) การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	นักเรียนมีการนำข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้เลือกมา	นักเรียนไม่มีการนำข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้เลือกมา หรือตอบด้วยคำตอบอื่น ๆ หรือตอบไม่ถูกต้อง ตอบไม่ชัดเจน หรือไม่ตอบ
3) การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	นักเรียนมีการนำข้อสรุปที่ได้จากข้อมูล หลักฐาน และประจักษ์พยานมาใช้ในการคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐาน	นักเรียนไม่มีการนำข้อสรุปที่ได้จากข้อมูล หลักฐาน และประจักษ์พยานมาใช้ในการคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐาน หรือตอบด้วยคำตอบอื่น ๆ หรือตอบไม่ถูกต้อง ตอบไม่ชัดเจน หรือไม่ตอบ

2. นำคะแนนของนักเรียนมาจัดระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบนักเรียนหลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ โดยแต่ละวงรอบปฏิบัติการจะใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 1 ชุด ประกอบด้วยข้อสอบ 2 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน รวมเป็นคะแนนเต็ม 6 คะแนน ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การ

ประเมินระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นช่วงคะแนน 3 ช่วง และมีเกณฑ์การแปลผลคะแนนแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง ซึ่งดัดแปลงมาจากเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556) มีรายละเอียด ดังนี้

5-6 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

3-4 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

0-2 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำข้อมูลจากแบบบันทึกหลังแผนการสอนและแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน มาวิเคราะห์ ตีความ และสรุปผล เพื่อประเมินสภาพที่เกิดขึ้นว่ามีอุปสรรคเกิดขึ้นหรือไม่จากนั้นปรับปรุงให้ดีขึ้น

2. ข้อมูลเชิงปริมาณ นำข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์การประเมิน โดยใช้โดยสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$), ร้อยละ (%) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ย (Mean: $\bar{X}$) โดยใช้สูตรหาค่าเฉลี่ย (ไพศาล วรคำ, 2561) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

2. ร้อยละ (Percentages: %) โดยใช้สูตรหาค่าร้อยละ (ไพศาล วรคำ, 2561) ดังนี้

$$\text{ร้อยละ } (\%) = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ

N แทน จำนวนทั้งหมด

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S) โดยใช้สูตรหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ไพศาล วรคำ, 2561) ดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน ค่าคะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หรือ IC (Index of Item Congruence) ของแผนการจัดการเรียนรู้และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน โดยใช้สูตรคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) ดังนี้

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

เมื่อ IC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum$R แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อคำถาม

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

พหุน ปณฑิโต ชีเว

2. ค่าดัชนีความสอดคล้องจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หรือ IOC (Index of Item Objective Congruence) ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (ประสาท เนืองเฉลิม, 2561) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3. หาค่าความยาก (p) ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร Whitney และ Sabers (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2553) ดังนี้

$$P = \frac{\sum H + \sum L - (2nx_{min})}{2n\,(x_{max} - x_{min})}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยาก

$\sum H$ แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

$\sum L$ แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

n แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

4. หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร Whitney และ Sabers (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2553) ดังนี้

$$r = \frac{\sum H - \sum L}{2N\,(x_{max} - x_{min})}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

ΣH แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

ΣL แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียน

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

5. หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-Coefficient) ของ Crombach (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2551) ดังนี้

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left[1-\frac{\Sigma S_i^2}{S_i^2}\right]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

K แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

ΣS_i^2 แทน ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเป็นระยะเวลา 13 ชั่วโมง จำนวน 3 วงรอบปฏิบัติการ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบบันทึกหลังแผนการสอน ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลก่อนเรียน 1 ครั้ง และหลังวงรอบปฏิบัติการ 3 วงรอบ คือ 3 ครั้ง รวมเป็นเก็บข้อมูลทั้งหมดจำนวน 4 ครั้ง โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ระยะ มีรายละเอียด ดังนี้

1. ผลจากการศึกษาสภาพปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 จากการใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการสำรวจระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ซึ่งทำการทดสอบโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนจากงานวิจัยของ จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556) ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 3 ข้อ รวมเป็น 6 ข้อ 6 คะแนน ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 8

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 8 ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย

ลำดับ	องค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (6)	ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ผลการประเมิน
	การระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยาน (2)	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล (2)	การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล (2)			
1	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
2	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
3	1	0	0	1	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
4	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
5	0	0	0	0	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
6	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
7	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
8	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
9	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
10	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
11	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
12	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
13	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
14	1	0	0	1	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
15	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
16	1	0	0	1	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
17	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
18	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
19	1	1	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 8 ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย (ต่อ)

ลำดับ	องค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (6)	ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ผลการประเมิน
	การระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยาน (2)	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล (2)	การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล (2)			
20	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
21	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
22	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
23	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
24	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
25	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
26	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
27	1	1	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
28	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
29	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
30	2	2	2	6	ดี	ผ่าน
31	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
32	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
33	1	1	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
34	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
35	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
$\bar{X}$	1.8	1.0	0.1	2.9	ปรับปรุง	
S.D.	0.5	0.7	0.4	1.2	-	

จากตารางที่ 8 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยอยู่ที่ 2.9 จัดอยู่ในระดับปรับปรุง จากผลการทดสอบของนักเรียนจำนวน 35 คน พบว่า นักเรียนที่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ มีจำนวน 2 คน มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 21 คน ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ และมีนักเรียนจำนวน 12 คน มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง โดยนักเรียนยังไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน และยังไม่ครบถ้วนตามองค์ประกอบ ดังนั้น จากนักเรียนทั้งหมดจำนวน 35 คน มีนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 33 คน ซึ่งจัดเป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยในครั้งนี้

จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย สามารถสรุประดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวนนักเรียน และร้อยละในแต่ละระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย

แบบทดสอบ	จำนวนนักเรียน (คน (ร้อยละ))		
	ระดับดี	ระดับพอใช้	ระดับปรับปรุง
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	2 (5.7)	21 (60)	12 (34.3)
รวม	35 (100)		

จากตารางที่ 9 พบว่า นักเรียนทั้งหมดจำนวน 35 คน มีนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 2 คน (ร้อยละ 5.7) และมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี โดยแบ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 21 คน (ร้อยละ 60) และระดับปรับปรุง จำนวน 12 คน (ร้อยละ 34.3) ดังนั้น นักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีทั้งหมดจำนวน 33 คน (ร้อยละ 94.3) จัดเป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยในครั้งนี้

2. ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

จากการดำเนินการตามขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) จำนวน 3 วงรอบปฏิบัติการ โดยหลังจากที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอข้อมูลออกเป็น 3 วงรอบปฏิบัติการ ประกอบด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งปรากฏผลการวิเคราะห์ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ ดังนี้

2.1 ผลการดำเนินการในวงรอบปฏิบัติการที่ 1

1) ขั้นวางแผน (Plan)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนการสอนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้วางแผนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1) ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจสภาพปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนวาปีปทุม ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยการใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 3 ข้อ รวมเป็น 6 ข้อ 6 คะแนน พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.7 และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 94.3 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งจัดเป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่จะนำมาพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้

1.2) จากการวิเคราะห์ปัญหาที่พบจากการสำรวจสภาพปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งวิเคราะห์ และกำหนดเนื้อหา ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมุติฐานนิรนัย จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นวิเคราะห์สถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่มีความน่าสนใจ เพื่อที่จะนำมาประกอบการจัดการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนการสอน

1.3) ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการเก็บข้อมูล ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและปรับแก้ไขตามคำแนะนำ จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ด้านเนื้อหาวิชา ด้านหลักสูตรและการสอน และด้านการวิจัยและการประเมินผล พร้อมทั้งทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน

2) ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์และมนุษย์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของหัวใจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลอดเลือด

3) ขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 โดยบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1) ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

จากการจัดการเรียนการสอนตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้บันทึกผลการจัดการเรียนรู้หลังแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์และมนุษย์ จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยในการเรียนการสอน ซึ่งในขั้นการตั้งคำถามและการตั้งสมมติฐาน พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจว่าควรตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐานอย่างไร ส่วนในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจในการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตนเองและการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างเพื่อนกลุ่มอื่น ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับข้อมูลได้ นักเรียนจึงยังไม่สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้มาคาดคะเนแนวโน้มของสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ อีกทั้งในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มนักเรียนยังไม่มีการแบ่งหน้าที่ในการทำงานหรือบทบาทของตนเองอย่างชัดเจน การทำกิจกรรมจึงเป็นไปค่อนข้างช้าและใช้เวลานาน

(2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของหัวใจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนมากมีความสนใจในการเรียนการสอนมากขึ้น แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สนใจในการเรียน รวมทั้งการทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยเฉพาะกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งยังไม่มีการแบ่งหน้าที่การทำงานอย่างชัดเจนเท่าที่ควร ส่วนในขั้น

การตั้งคำถามนักเรียนส่วนมากสามารถตั้งคำถามที่สงสัยจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ และในขั้นตอนการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ พบว่า นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ใด ก็คัดลอกข้อมูลนั้นมา แล้วสรุปโดยคัดลอกข้อความนั้น ๆ มาทั้งหมด ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบผลการศึกษาของกลุ่มตนเองกับกลุ่มเพื่อนได้อย่างมีเหตุผล

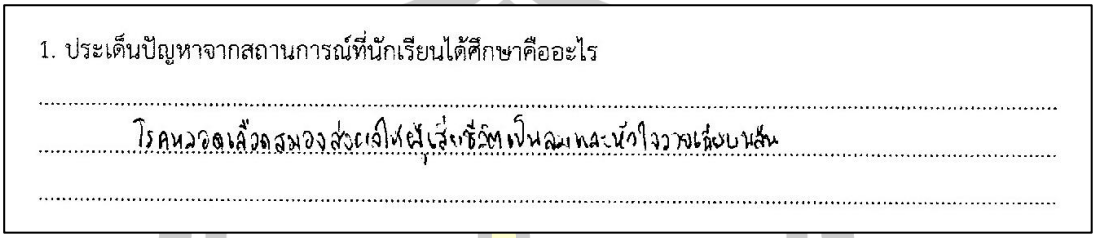
(3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลอดเลือด จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า ขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียนมีนักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถกำหนดสมมติฐานได้ด้วยตนเอง สังเกตได้จากการที่สมาชิกในกลุ่มมักหันไปถามเพื่อนกลุ่มข้าง ๆ ว่าตั้งสมมติฐานอย่างไรบ้าง จากนั้นจึงคัดลอกสมมติฐานของเพื่อนกลุ่มอื่นมาตั้งเป็นสมมติฐานของกลุ่มตนเอง ส่วนในขั้นตอนการศึกษาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ นักเรียนมีการแบ่งหน้าในการทำงานตามความถนัดของแต่ละคน แต่จะมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่ยอมแบ่งหน้าที่ในการทำงาน มีเพียงสมาชิก 1-2 คนในกลุ่มที่ทำงาน จากการสอบถามนักเรียนได้ให้เหตุผลว่า *“เพื่อนทำงานดี จึงให้เพื่อนเป็นคนทำงาน”* (นักเรียนลำดับที่ 6) และในขั้นตอนการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนสามารถระบุข้อมูลที่ได้จากการศึกษาของตนเอง รวมทั้งสามารถอธิบายและสรุปในสิ่งที่ตนเองศึกษาได้อย่างมีเหตุผล ในขณะที่นักเรียนบางกลุ่มมีเพียงการระบุผลที่ได้จากการศึกษาโดยไม่มีการอธิบายผลการศึกษาเพิ่มเติม

จากข้อมูลที่สังเกตได้จากการจัดการเรียนรู้ และระหว่างการสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย โดยเฉพาะการบริหารจัดการเวลาในการเรียนรู้แต่ละขั้นการสอน และยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการตั้งคำถามและการตั้งสมมติฐาน ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการหาคำตอบในขั้นตอนของการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูล ส่วนในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตนเองและการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างเพื่อนกลุ่มอื่น ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบตามองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

(1) การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน

จากการสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนสามารถระบุข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าได้ ซึ่งเป็นหลักฐานสำคัญของการบอกกล่าวหรือการกล่าวอ้างข้อสรุปของสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่ได้ศึกษา โดยนักเรียนมีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าตนเองกำลังศึกษาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับ

สิ่งใด และนอกจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนแล้ว เมื่อนักเรียนได้ทำใบกิจกรรมท้ายบทเรียน พบว่ามีตัวอย่างคำตอบจากใบกิจกรรมของนักเรียน แสดงดังภาพที่ 1

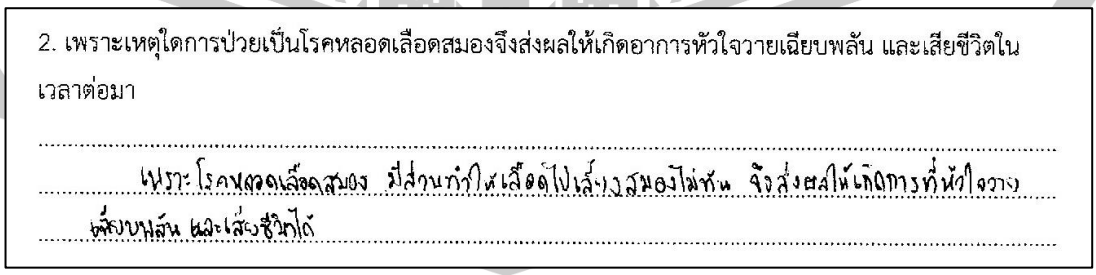

1. ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร

โรคหลอดเลือดสมองส่งผลให้ผู้เสียชีวิตเป็นลมและหัวใจวายเฉียบพลัน

ภาพที่ 1 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 4, 5 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)

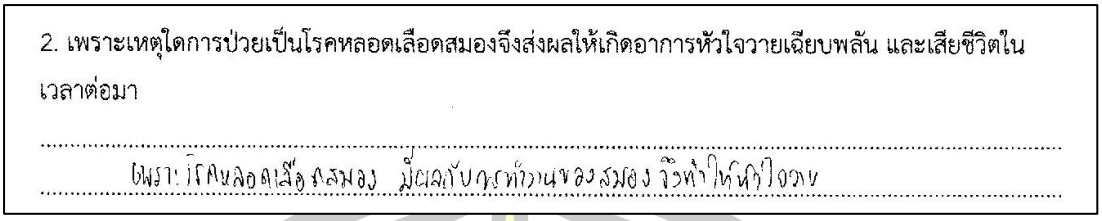
(2) การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล

จากการดำเนินการวิจัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนที่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานได้ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาใช้ในการรองรับหรือสนับสนุนการสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานของตนเองได้ ส่วนนักเรียนที่ไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนระบุเพียงข้อสรุป ซึ่งข้อสรุปนั้นยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานของตนเองที่กำหนดไว้ และไม่มีการกล่าวถึงการนำข้อมูลหรือหลักฐานมาใช้รองรับหรือสนับสนุนการสร้างข้อสรุปนั้น และนอกจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนแล้ว เมื่อนักเรียนได้ทำใบกิจกรรมท้ายบทเรียน พบว่ามีตัวอย่างคำตอบจากใบกิจกรรมของนักเรียน โดยคำตอบของนักเรียนที่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานได้ แสดงดังภาพที่ 2 และคำตอบของนักเรียนที่ไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานได้ แสดงดังภาพที่ 3


2. เพราะเหตุใดการป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมองจึงส่งผลให้เกิดอาการหัวใจวายเฉียบพลัน และเสียชีวิตในเวลาต่อมา

เพราะโรคหลอดเลือดสมอง มีส่วนทำให้เลือดไปเลี้ยงสมองไม่ทัน จึงส่งผลให้เกิดการที่หัวใจวายเฉียบพลัน และเสียชีวิตได้

ภาพที่ 2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 4, 5 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)

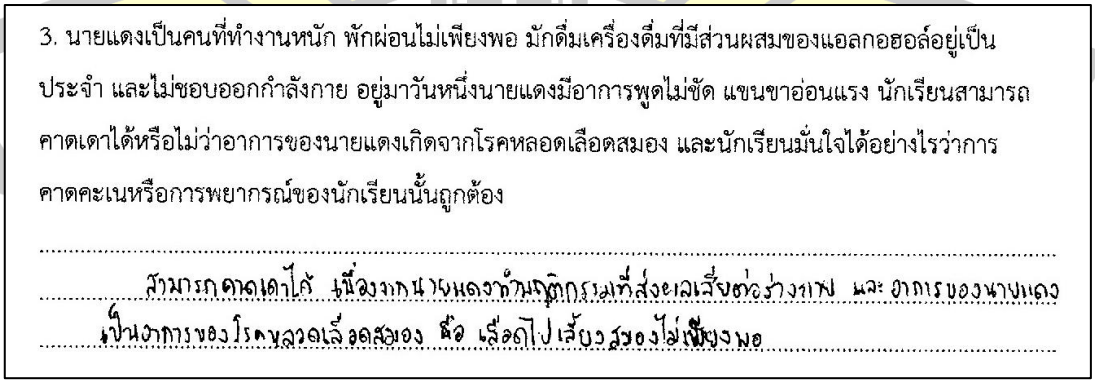

2. เพราะเหตุใดการป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมองจึงส่งผลให้เกิดอาการหัวใจวายเฉียบพลัน และเสียชีวิตในเวลาต่อมา

เพราะเป็นหลอดเลือดสมอง มีผลกับการทำงานของสมอง จึงทำให้หัวใจวาย

ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 20, 5 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)

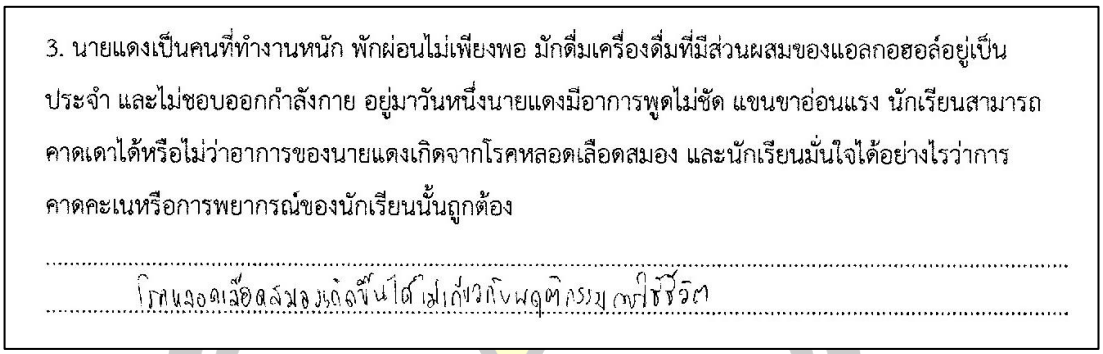
(3) การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล

จากการดำเนินการวิจัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนที่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนสามารถนำข้อสรุปที่ได้มาใช้ในการคาดคะเนแนวโน้มของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสมเหตุสมผล และมีการระบุเหตุผลมารองรับคำตอบของตนเอง ส่วนนักเรียนที่ไม่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนไม่ได้นำข้อสรุปมาใช้ในการคาดคะเนแนวโน้มของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง และไม่ระบุเหตุผลรองรับคำตอบของตนเอง และนอกจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนแล้ว เมื่อนักเรียนได้ทำใบกิจกรรมท้ายบทเรียน พบว่ามีตัวอย่างคำตอบจากใบกิจกรรมของนักเรียน โดยคำตอบของนักเรียนที่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลได้ แสดงดังภาพที่ 4 และคำตอบของนักเรียนที่ไม่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลได้ แสดงดังภาพที่ 5


3. นายแดงเป็นคนที่ทำงานหนัก พักผ่อนไม่เพียงพอ มักดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์อยู่เป็นประจำ และไม่ชอบออกกำลังกาย อยู่มาวันหนึ่งนายแดงมีอาการพูดไม่ชัด แขนขาอ่อนแรง นักเรียนสามารถคาดเดาได้หรือไม่ว่าอาการของนายแดงเกิดจากโรคหลอดเลือดสมอง และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง

สามารถคาดเดาได้ เนื่องจากนายแดงมีพฤติกรรมที่ส่งผลเสียต่อร่างกาย และอาการของนายแดงเป็นอาการของโรคหลอดเลือดสมอง คือ เรื่องดื่มไปเสียงสูงของไม่เพียงพอ

ภาพที่ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 4, 5 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)


3. นายแดงเป็นคนที่ทำงานหนัก พักผ่อนไม่เพียงพอ มักดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์อยู่เป็นประจำ และไม่ชอบออกกำลังกาย อยู่มาวันหนึ่งนายแดงมีอาการพูดไม่ชัด แขนขาอ่อนแรง นักเรียนสามารถคาดเดาได้หรือไม่ว่าอาการของนายแดงเกิดจากโรคหลอดเลือดสมอง และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง

.....

โรคหลอดเลือดสมองแตกขึ้นได้ไม่เกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ชีวิต

ภาพที่ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 20, 5 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)

3.2) ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงรายละเอียดแยกตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ตารางที่ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 1

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**	
การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร	อาการลิ้นหัวใจรั่ว (1 คะแนน)	การป่วยเป็นโรคหัวใจ (0 คะแนน)
การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	การเกิดภาวะลิ้นหัวใจรั่ว มีลักษณะเป็นอย่างไร และส่งผลกระทบอย่างไรต่อร่างกาย	อาการลิ้นหัวใจรั่วเกิดจากลิ้นหัวใจที่ปิดไม่สนิทเป็นสาเหตุให้เลือดไหลย้อนกลับเข้าสู่หัวใจ หัวใจจึงต้องทำงานหนักขึ้นเพื่อสูบฉีดเลือด ทำให้ร่างกายเกิดอาการเหนื่อย ไม่มีแรง หน้ามืด	ผู้ป่วยโรคหัวใจจะเกิดอาการลิ้นหัวใจรั่วร่วมด้วย (0 คะแนน)

ตารางที่ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 1 (ต่อ)

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**	
		และเป็นลมบ่อย ๆ (1 คะแนน)	
การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	นาย ก มีอาการเหนื่อย หน้ามืด เป็นลมบ่อย และหายใจไม่สะดวก จากอาการเหล่านี้ นักเรียนสามารถคาดเดาได้หรือไม่ว่านาย ก มีอาการลิ้นหัวใจรั่ว และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง	อาการที่เกิดจากสภาวะลิ้นหัวใจรั่วเกิดจากการที่เลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายไม่เพียงพอ หรือเกิดการสูบฉีดเลือดออกไปเลี้ยงหัวใจไม่สมดุล ทำให้เกิดอาการหายใจไม่สะดวก เพราะออกซิเจนส่วนมากอยู่ในเม็ดเลือดแดง ส่งผลให้หน้ามืด หรือเป็นลมได้ (1 คะแนน)	การป่วยเป็นโรคหัวใจรักษาได้ ไม่ส่งผลให้เกิดอันตรายต่อชีวิต (0 คะแนน)

ตารางที่ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 2

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**	
การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร	โรคไขกระดูกบกพร่อง (1 คะแนน)	การเกิดโรคกระดูกพรุน (0 คะแนน)

ตารางที่ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 2 (ต่อ)

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**	
การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	โรคไขกระดูกบกพร่องมีลักษณะเป็นอย่างไรและส่งผลกระทบต่อระบบหมุนเวียนเลือดอย่างไร	โรคไขกระดูกเกิดจากความผิดปกติของเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือด ส่งผลต่อการสร้างเม็ดเลือดที่ผิดปกติ โดยร่างกายไม่สามารถสร้างเม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ ได้ จึงเกิดความผิดปกติ ได้แก่ โลหิตจางทำให้มีอาการซีด เม็ดเลือดขาวทำให้ร่างกายภูมิคุ้มกันลดลง เกล็ดเลือดต่ำทำให้เลือดออกง่าย (1 คะแนน)	เกิดขึ้นเฉพาะในเซลล์เม็ดเลือดแดง ส่งผลให้เลือดจาง (0 คะแนน)
การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	นาย ข มีอาการเหนื่อยอ่อนเพลีย ตัวซีดจาง ภูมิคุ้มกันของร่างกายต่ำ มีไข้จากการติดเชื้อ จากอาการเหล่านี้นักเรียนสามารถคาดเดาได้หรือไม่ว่านาย ข มีอาการของ โรคไขกระดูกบกพร่องและนักเรียนมั่นใจได้	สามารถคาดเดาได้ว่านาย ข อาจป่วยเป็นโรคไขกระดูกบกพร่อง เนื่องจาก เมื่อเม็ดเลือดแดงต่ำจะส่งผลให้มีออกซิเจนไม่เพียงพอต่อร่างกาย จึงเกิดอาการเหนื่อย อ่อนเพลีย และการที่เป็นไข้จากการติดเชื้อเกิดจากร่างกายมีเม็ดเลือดขาวน้อย	ไม่มีคำตอบ (0 คะแนน)

ตารางที่ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 2 (ต่อ)

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**	
	อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง	จึงส่งผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (1 คะแนน)	

ผลจากการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1

ลำดับ	**องค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์**			**รวม (6)**	**ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์**	**ผลการประเมิน**
	การระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยาน (2)	**การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล (2)**	**การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล (2)**			
1	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
3	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
4	2	2	2	6	ดี	ผ่าน
5	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 12 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	องค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (6)	ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ผลการประเมิน
	การระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยาน (2)	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล (2)	การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล (2)			
6	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
7	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
8	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
9	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
10	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
11	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
12	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
13	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
14	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
15	2	2	2	6	ดี	ผ่าน
16	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
17	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
18	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
19	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
20	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
21	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
22	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
23	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 12 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	องค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (6)	ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ผลการประเมิน
	การระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยาน (2)	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล (2)	การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล (2)			
24	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
25	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
26	2	1	2	5	ดี	ผ่าน
27	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
28	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
29	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
31	2	2	2	6	ดี	ผ่าน
32	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
33	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
34	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
35	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
$\bar{X}$	2.0	1.1	0.7	3.8	พอใช้	
S.D.	0.0	0.7	0.7	1.2	-	

จากตารางที่ 12 หลังการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.8 จัดอยู่ในระดับพอใช้ จากผลการทดสอบของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 33 คน พบว่า นักเรียนที่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ

มีจำนวน 9 คน ซึ่งมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 18 คน ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ และมีนักเรียนจำนวน 6 คน มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง โดยนักเรียนยังไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน และยังไม่ครบถ้วนตามองค์ประกอบ ซึ่งองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคะแนนน้อยที่สุด คือ องค์ประกอบที่ 3 ในประเด็นการคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล ดังนั้น จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 33 คน มีนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 24 คน ซึ่งจัดเป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงรอบปฏิบัติการถัดไป

จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย วงรอบปฏิบัติการที่ 1 สามารถสรุประดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 จำนวนนักเรียน และร้อยละในแต่ละระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1

แบบทดสอบ	**จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (คน (ร้อยละ))**		
	ระดับดี	**ระดับพอใช้**	**ระดับปรับปรุง**
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	9 (27.3)	18 (54.5)	6 (18.2)
รวม	33 (100)		

จากตารางที่ 13 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 33 คน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่า การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ระดับดี จำนวน 9 คน (ร้อยละ 27.3) และมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี โดยแบ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 18 คน (ร้อยละ 54.4) และระดับปรับปรุง จำนวน 6 คน (ร้อยละ 18.2) ดังนั้น นักเรียนที่มีความสามารถ

ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีทั้งหมดจำนวน 24 คน (ร้อยละ 72.7) จัดเป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงรอบปฏิบัติการถัดไป

4) ขั้นสะท้อน (Reflect)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 โดยบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการดำเนินงาน พบว่า นักเรียนมีปัญหาในด้านการบริหารจัดการเวลาในการเรียนรู้แต่ละขั้นการสอน และยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการตั้งคำถามและการตั้งสมมติฐาน ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการหาคำตอบในขั้นตอนของการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูล ส่วนในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจในการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตนเองและการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างเพื่อนกลุ่มอื่น ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้าได้ และไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับข้อมูลได้ นักเรียนจึงยังไม่สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้มาคาดคะเนแนวโน้มของสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสรุปปัญหาและแนวทางทางการแก้ไขเพื่อพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ปัญหาที่พบในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และแนวทางการแก้ไข

แหล่งที่มาของปัญหา	**ปัญหาที่พบ**	**แนวทางการแก้ไขปัญหา**
แบบบันทึกหลังแผนการสอน	ในขั้นการตั้งคำถามและการตั้งสมมติฐาน พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจว่าควรตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐานอย่างไร	ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างละเอียด โดยที่สมาชิกในกลุ่มทุกคนต้องเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่สงสัย แล้วนำมาปรึกษาหารือกันในกลุ่มว่าจะเลือกใช้คำถามหรือตั้งสมมติฐานอย่างไร
	ในขั้นการการศึกษาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ นักเรียนคัดลอกข้อมูลมาทั้งหมดโดยไม่อ่านทบทวนก่อน จึงไม่สามารถวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบผลการศึกษาของ	เน้นย้ำให้นักเรียนอ่านหรือศึกษาข้อมูลที่ได้ให้เข้าใจก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบกับเพื่อนกลุ่มอื่น และไม่ควรคัดลอกข้อมูลมาโดยที่ไม่ไตร่ตรองให้เข้าใจก่อน ควรศึกษาข้อมูลนั้น ๆ ให้เข้าใจแล้วค่อยนำมาสรุปผลการศึกษา

ตารางที่ 14 ปัญหาที่พบในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และแนวทางการแก้ไข (ต่อ)

แหล่งที่มาของปัญหา	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
	กลุ่มตนเองกับกลุ่มเพื่อนได้อย่างมีเหตุผล	
	นักเรียนใช้เวลาทำกิจกรรมในบางขั้นตอนนานเกินกว่าเวลาที่กำหนดไว้	ควรกำหนดเวลาในการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจนขึ้น และไม่ยืดหยุ่นเวลามากเกินไป
	นักเรียนในกลุ่มบางคนไม่ได้ช่วยเพื่อนทำงาน	เน้นย้ำให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำงานของแต่ละคนให้ชัดเจน สมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	นักเรียนไม่ระบุข้อมูล หรือหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า	เน้นย้ำนักเรียนแต่ละกลุ่มให้เห็นความสำคัญเกี่ยวกับการให้เหตุผล และเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาอธิบายประกอบเหตุผลของตนเอง

โดยสรุปแล้วจากวงรอบปฏิบัติการที่ 1 การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 27.3 แต่ยังมีนักเรียนจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 72.7 ที่ยังมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ยังไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี โดยแบ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 18 คน (ร้อยละ 54.5) ระดับปรับปรุง จำนวน 6 คน (ร้อยละ 18.2) จากผลการดำเนินงานในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 นี้ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการประเมินให้ชัดเจน มีการนำเสนอประเด็นที่ใช้ในการศึกษาผ่านสื่อวิดีทัศน์ และให้นักเรียนเข้าสืบค้นข้อมูล ความรู้ จากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ภายในโรงเรียน เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต รวมทั้งเพิ่มการปฏิบัติทดลองประกอบการเรียนรู้ลงในแผนการจัดการเรียนรู้ในวงรอบถัดไป เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป

2.2 ผลการดำเนินการในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

1) ขั้นวางแผน (Plan)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้วางแผนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โดยการดำเนินการในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่พบจากวงรอบปฏิบัติการที่ 1 มาปรับแก้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 โดยในขั้นการศึกษาสถานการณ์ มีการนำสถานการณ์ปัญหาที่มีความน่าสนใจเข้ามาใช้ในบทเรียนเพื่อดึงความสนใจของนักเรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรมต่อไป ส่วนในขั้นการตั้งคำถามได้มีการกำหนดให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มต้องตั้งคำถามทุกคนจากเดิมที่ให้ช่วยกันคิดภายในกลุ่ม และในขั้นการศึกษาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ นักเรียนบางกลุ่มได้คัดลอกข้อมูลมาทั้งหมดโดยที่ไม่อ่านทบทวนก่อน จึงไม่สามารถวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบผลการศึกษาของกลุ่มตนเองกับกลุ่มเพื่อนได้อย่างมีเหตุผล ในขั้นการสอนนี้ผู้วิจัยจึงแก้ไขโดยการเน้นย้ำให้นักเรียนอ่านหรือศึกษาข้อมูลที่ได้ให้เข้าใจก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบกับเพื่อนกลุ่มอื่น ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลพร้อมกับระบุแหล่งที่มาให้ชัดเจนและกำชับให้นักเรียนนำเสนอเป็นคำพูดของตนเองไม่อ่านตามข้อความทั้งหมด และในส่วนของการทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้วิจัยได้กำหนดให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการทำงานของแต่ละคนให้ชัดเจน ซึ่งในขณะการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2) ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหมุนเวียนเลือดของปลา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การวัดชีพจร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดเวน

3) ขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 โดยผู้วิจัยบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบบันทึกหลังแผนการจัดการ

เรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีรายละเอียด ดังนี้

3.1) ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

จากการจัดการเรียนการสอนตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้บันทึกผลการจัดการเรียนรู้หลังแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหมุนเวียนเลือดของปลา จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนยังไม่มีการแบ่งหน้าที่ในการทำงานหรือบทบาทของตนเองอย่างชัดเจน และนักเรียนไม่ค่อยปรึกษาหารือกันในกลุ่ม โดยในกลุ่มจะมีสมาชิกที่ทำงานจริงเพียง 2-3 คน การทำกิจกรรมจึงเป็นไปค่อนข้างช้าและใช้เวลานาน โดยเฉพาะในขั้นการตั้งคำถามและการตั้งสมมติฐาน นักเรียนให้ความสนใจกับสถานการณ์ที่กำลังศึกษาจนไม่สนใจการตั้งคำถาม ส่วนในขั้นการทำการทดลอง พบว่า นักเรียนให้ความสนใจในการทำปฏิบัติการ แต่ใช้เวลาในการทำปฏิบัติการมากเกินที่กำหนดไว้ และในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้ผลการศึกษาไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ยังไม่สามารถตอบคำถามได้ว่าเป็นเพราะเหตุใดผลการศึกษาจึงไม่เป็นไปตามสมมติฐาน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อมูล รวมทั้งสร้างข้อสรุป ที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับข้อมูลได้

(2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การวัดชีพจร จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนมากมีความสนใจการเรียนการสอนมากขึ้น แต่มีเพียงบางส่วนที่ยังไม่สนใจในการเรียน สำหรับการทำกิจกรรมในชั้นเรียน นักเรียนเริ่มให้ความสำคัญในการแบ่งหน้าที่ในการทำงานมากขึ้น แต่ยังคงเลือกจับกลุ่มกับสมาชิกในกลุ่มคนเดิม หน้าที่ในการทำงานของแต่ละคนจึงยังเป็นหน้าที่เดิมที่เคยทำ ส่วนในขั้นการตั้งคำถามนักเรียนส่วนมากสามารถตั้งคำถามที่สงสัยจากสถานการณ์ที่กำหนดให้พร้อมทั้งกำหนดสมมติฐานได้ ต่อมาในขั้นการทำการทดลอง พบว่า นักเรียนให้ความสนใจในการทำปฏิบัติการ แต่ยังคงใช้เวลาในการทำปฏิบัติการเกินที่กำหนดไว้ และในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีการปรึกษากันในกลุ่มมากขึ้นทุกคนมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลของกลุ่มตนเองและข้อมูลของเพื่อนกลุ่มอื่น

(3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดเวน จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่ในการทำงานอย่างชัดเจนและมีการปรึกษาหารือกันก่อนจะลงมือทำการทดลอง ส่วนในขั้นการตั้งคำถามนักเรียนส่วนมากสามารถตั้งคำถามที่สงสัยจากสถานการณ์ที่กำหนดให้พร้อมทั้งกำหนดสมมติฐานได้และให้ความสนใจในการทำการทดลอง ซึ่งนักเรียนส่วนมากสามารถระบุข้อมูลที่ได้ อีกทั้งยังสามารถ

นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการสร้างข้อสรุปของตนเองได้ ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายและสรุปในสิ่งที่ตนเองศึกษาได้อย่างมีเหตุผล ในขณะที่นักเรียนบางกลุ่มมีเพียงการระบุผลที่ได้จากการศึกษาโดยไม่มีการอธิบายผลการศึกษาเพิ่มเติม

จากข้อมูลที่สังเกตได้จากการจัดการเรียนรู้ และระหว่างการสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่การทำงานภายในกลุ่มอย่างชัดเจน มีเพียงส่วนน้อยที่ยังไม่มีการแบ่งหน้าที่ในการทำงานและไม่ช่วยเพื่อนทำงาน ส่วนในขั้นการศึกษาสถานการณ์ นักเรียนให้ความสนใจกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนส่วนมากสามารถตั้งคำถามที่ตนเองสงสัยและตั้งสมมติฐานได้ นอกจากนี้นักเรียนมีความสนใจในการทำการทดลองแต่จะยังคงใช้เวลามากในการศึกษาแต่ละขั้นตอน และในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า มีนักเรียนบางกลุ่มที่ได้ผลการศึกษาไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้และยังไม่สามารถตอบคำถามได้ว่าเป็นเพราะเหตุใดผลการศึกษาจึงไม่เป็นไปตามสมมติฐาน ซึ่งนักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลประกอบผลการศึกษาเพิ่มเติมได้ ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบตามองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

(1) การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน

จากการสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนสามารถระบุข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าได้ ซึ่งเป็นหลักฐานสำคัญของการบอกกล่าวหรือการกล่าวอ้างข้อสรุปของสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่ได้ศึกษา โดยนักเรียนมีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนสามารถบอกกล่าวและอธิบายได้ว่าตนเองกำลังศึกษาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งใด และนอกจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนแล้ว เมื่อนักเรียนได้ทำใบกิจกรรมท้ายบทเรียน พบว่ามีตัวอย่างคำตอบจากใบกิจกรรมของนักเรียน แสดงดังภาพที่ 6

1. ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร

.....

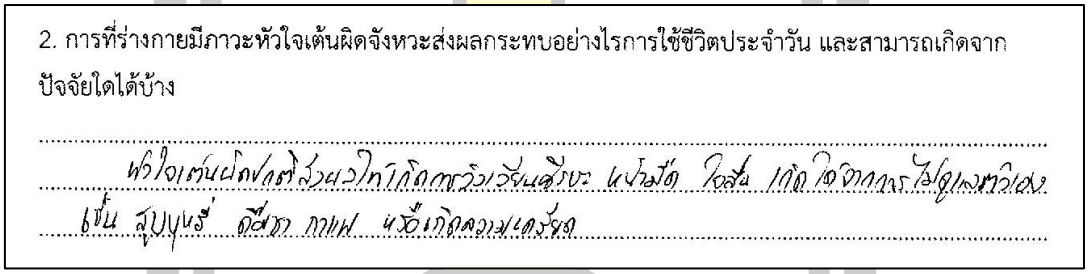
.....

ภาพที่ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 9, 18 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)

(2) การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล

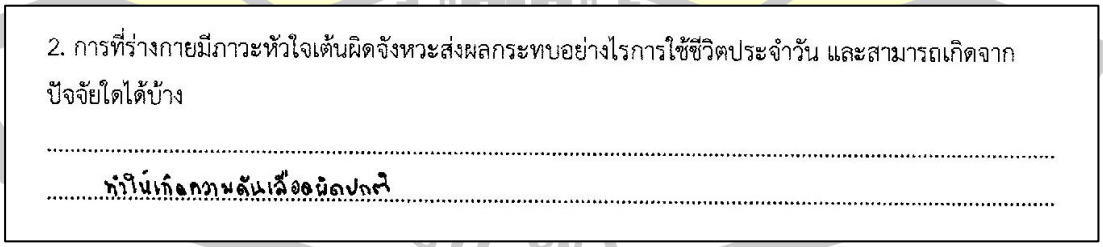
จากการดำเนินการวิจัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนที่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานได้ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุป โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาใช้ในการรองรับหรือสนับสนุนข้อสรุปนั้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานของตนเอง และมีการอธิบายถึงประเด็นปัญหาที่ได้ศึกษาอย่างสมเหตุสมผล ส่วนนักเรียนที่ไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนระบุเพียงข้อสรุป ซึ่งข้อสรุปนั้นยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานของตนเองที่กำหนดไว้ และไม่มีการกล่าวถึงการนำข้อมูลหรือหลักฐานมาใช้รองรับหรือสนับสนุนการสร้างข้อสรุปนั้น และนอกจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนแล้ว เมื่อนักเรียนได้ทำใบกิจกรรมท้ายบทเรียน พบว่ามีตัวอย่างคำตอบจากใบกิจกรรมของนักเรียน โดยคำตอบของนักเรียนที่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานได้ แสดงดังภาพที่ 7 และคำตอบของนักเรียนที่ไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานได้ แสดงดังภาพที่ 8


2. การที่ร่างกายมีภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะส่งผลกระทบอย่างไรการใช้ชีวิตประจำวัน และสามารถเกิดจากปัจจัยใดได้บ้าง

.....

หัวใจเต้นผิดปกติส่งผลให้เกิดการวิงเวียนศีรษะ หน้ามืด ใจสั่น เกิดอาการไม่รู้สึกตัวเอง เป็น สมุนไพร์ ดีขึ้น ภาพ หรือเกิดความเครียด

ภาพที่ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 9, 18 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)


2. การที่ร่างกายมีภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะส่งผลกระทบอย่างไรการใช้ชีวิตประจำวัน และสามารถเกิดจากปัจจัยใดได้บ้าง

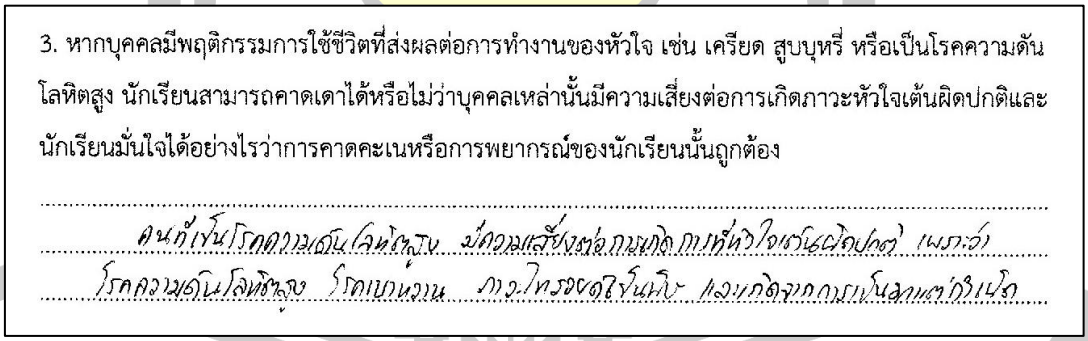
.....

ทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ

ภาพที่ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 29, 18 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)

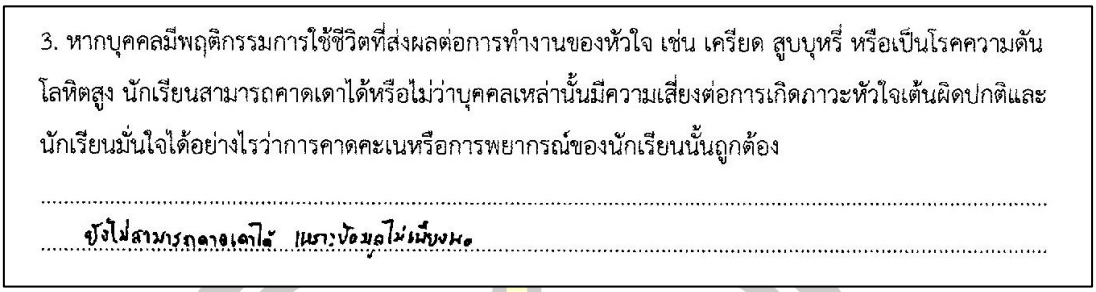
(3) การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล

จากการดำเนินการวิจัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนที่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนสามารถนำข้อสรุปที่ได้มาใช้ในการคาดคะเนแนวโน้มของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสมเหตุสมผล และมีการระบุเหตุผลมารองรับคำตอบของตนเองเพื่อยืนยันการคาดคะเนแนวโน้มของสถานการณ์ปัญหาที่ได้ศึกษา ส่วนนักเรียนที่ไม่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนไม่ได้นำข้อสรุปมาใช้ในการคาดคะเนแนวโน้มของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับข้อมูลได้ นักเรียนจึงยังไม่สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้มาคาดคะเนแนวโน้มของสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้น และนอกจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนแล้ว เมื่อนักเรียนได้ทำใบกิจกรรมท้ายบทเรียน พบว่ามีตัวอย่างคำตอบจากใบกิจกรรมของนักเรียน โดยคำตอบของนักเรียนที่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลได้แสดงดังภาพที่ 9 และคำตอบของนักเรียนที่ไม่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลได้ แสดงดังภาพที่ 10


3. หากบุคคลมีพฤติกรรมการใช้ชีวิตที่ส่งผลต่อการทำงานของหัวใจ เช่น เครียด สูบบุหรี่ หรือเป็นโรคความดันโลหิตสูง นักเรียนสามารถคาดเดาได้หรือไม่ว่าบุคคลเหล่านั้นมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหัวใจเต้นผิดปกติและนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง

คนที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหัวใจเต้นผิดปกติ เพราะว่า โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน ทำให้หลอดเลือดแดงแข็งตัว และเกิดจากการสูบบุหรี่

ภาพที่ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 (ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 9, 18 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)


3. หากบุคคลมีพฤติกรรมการใช้ชีวิตที่ส่งผลต่อการทำงานของหัวใจ เช่น เครียด สูบบุหรี่ หรือเป็นโรคความดันโลหิตสูง นักเรียนสามารถคาดเดาได้หรือไม่ว่าบุคคลเหล่านั้นมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหัวใจเต้นผิดปกติและนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง

.....

ยังไม่สามารถคาดเดาได้ เนื่องข้อมูลไม่เพียงพอ

.....

ภาพที่ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 29, 18 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)

3.2) ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 15 และ 16

ตารางที่ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ข้อที่ 1

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**	
การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร	โรคความดันโลหิตสูงก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิต (1 คะแนน)	โรคความดัน (0 คะแนน)
การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	โรคความดันโลหิตสูงมีความสำคัญอย่างไรและส่งผลอย่างไรต่อการใช้ชีวิต นักเรียนสามารถใช้วิธีการใดได้บ้างในการตรวจเช็คภาวะดังกล่าว	ความดันโลหิตสูงเป็นสภาวะผิดปกติที่บุคคลมีระดับความดันโลหิตสูงกว่าระดับปกติของคนส่วนใหญ่ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อน	โรคความดันต้องพบแพทย์อย่างสม่ำเสมอ เมื่อเป็นโรคนี้จะใช้ชีวิตลำบาก (0 คะแนน)

ตารางที่ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ข้อที่ 1 (ต่อ)

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**	
		ที่เป็นอันตราย สามารถตรวจเช็คอาการได้โดยการตรวจสุขภาพและวัดความดันโลหิตอย่างน้อยปีละครั้ง (1 คะแนน)	
การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	พ่อและแม่ของนาย ค เป็นโรคความดันโลหิตสูง แต่นาย ค ได้ตรวจเช็คที่โรงพยาบาลแล้วพบว่าตนเองมีความดันปกติ วันหนึ่งนาย ค มีภาวะหยุดหายใจขณะนอนหลับ นักเรียนคิดว่า นาย ค มีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคความดันโลหิตสูงหรือไม่ และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง	นาย ค มีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคความดันโลหิตสูง เนื่องจากโรคนี้เกิดได้จากปัจจัยทางพันธุกรรม หากพบคนในครอบครัวเป็นโรคความดันโลหิตสูง โอกาสที่คนอื่น ๆ ในครอบครัวจะเป็นโรคความดันโลหิตสูงก็จะมีความเป็นไปได้สูง ซึ่งภาวะหยุดหายใจเป็นสาเหตุของโรคความดันโลหิตสูงที่พบได้บ่อยที่สุด (1 คะแนน)	ภาวะหยุดหายใจขณะหลับไม่เกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูง (0 คะแนน)

ตารางที่ 16 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ข้อที่ 2

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**	
การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร	ภาวะเส้นเลือดขอด (1 คะแนน)	ภาวะเส้นเลือดอักเสบโป่งพอง (0 คะแนน)
การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	การเกิดเส้นเลือดขอดมีลักษณะเป็นอย่างไรและเกี่ยวข้องอย่างไรต่อระบบหมุนเวียนเลือด จงอธิบาย	ภาวะเส้นเลือดขอดเกิดขึ้นที่หลอดเลือดดำบริเวณขา ประกอบด้วยลิ้นของหลอดเลือด ทำให้การไหลเวียนเลือดเป็นปกติ เมื่อเกิดภาวะที่ลิ้นเหล่านี้ทำงานผิดปกติ ผนังของลิ้นหลอดเลือดจะมีการยืดตัว ทำให้การไหลเวียนเลือดผิดปกติ เกิดการเพิ่มความดันในหลอดเลือดดำ จนทำให้หลอดเลือดขยายตัวมากขึ้น เกิดเป็นอาการเส้นเลือดขอด (1 คะแนน)	ผู้ป่วยเส้นเลือดขอดจะมีอันตรายถึงชีวิตถ้าไม่ได้รับการรักษา (0 คะแนน)
การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	นาย ง เป็นพนักงานแจกใบปลิว เขายืนเป็นเวลานานทุกวัน วันหนึ่งนาย ง มีอาการปวดขาและปวดเท้ามาก รวมทั้งเป็นตะคริว	นาย ง มีความเสี่ยงที่จะเป็นเส้นเลือดขอด เนื่องจากการยืนเป็นเวลานานจะส่งผลให้เลือดในร่างกายส่วนล่างไหลขึ้นกลับไปที่หัวใจได้	นาย ง ไม่มีความเสี่ยงที่จะเป็นเส้นเลือดขอด (0 คะแนน)

ตารางที่ 16 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ข้อที่ 2 (ต่อ)

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**
	ในตอนกลางคืนบ่อย ๆ นักเรียนคิดว่า นาย ง มีความเสี่ยงที่จะเป็นเส้นเลือดขอดหรือไม่ และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง	ยากขึ้น ทำให้ผนังของหลอดเลือดมีการยืดตัว ทำให้การไหลเวียนเลือดผิดปกติ เกิดการเพิ่มความดันในหลอดเลือดดำจนทำให้หลอดเลือดขยายตัวมากขึ้น เกิดเป็นภาวะเส้นเลือดขอด (1 คะแนน)

ผลจากการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 17

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 17 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

ลำดับ	องค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (6)	ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ผลการประเมิน
	การระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยาน (2)	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล (2)	การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล (2)			
1	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
3	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
5	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
6	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
8	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
9	2	2	2	6	ดี	ผ่าน
10	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
11	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
12	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
13	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
14	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
16	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
17	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
19	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
20	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
21	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
22	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
23	2	2	1	5	ดี	ผ่าน

ตารางที่ 17 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	องค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (6)	ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ผลการประเมิน
	การระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยาน (2)	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล (2)	การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล (2)			
24	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
25	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
27	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
29	2	0	1	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
32	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
33	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
$\bar{X}$	2.0	1.5	0.9	4.4	พอใช้	
S.D.	0.0	0.6	0.5	0.7	-	

จากตารางที่ 17 หลังการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยอยู่ที่ 4.3 จัดอยู่ในระดับพอใช้ จากผลการทดสอบของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 24 คน พบว่า นักเรียนที่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ มีจำนวน 13 คน ซึ่งมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี และมีนักเรียนจำนวน 11 คน ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ โดยนักเรียนยังไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน และยังไม่ครบถ้วนตามองค์ประกอบ ซึ่งองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคะแนนน้อยที่สุด คือ องค์ประกอบที่ 3 ในประเด็นการคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล ดังนั้น จาก

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 24 คน มีนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 11 คน ซึ่งจัดเป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงรอบปฏิบัติการถัดไป

จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 สามารถสรุประดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แสดงจำนวนนักเรียน และร้อยละในแต่ละระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

แบบทดสอบ	**จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (คน (ร้อยละ))**		
	ระดับดี	**ระดับพอใช้**	**ระดับปรับปรุง**
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	13 (54.2)	11 (45.8)	0 (0.0)
รวม	24 (100)		

จากตารางที่ 18 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 24 คน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่า การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ระดับดี จำนวน 13 คน (ร้อยละ 54.2) และมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี เป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 11 คน (ร้อยละ 45.8) ดังนั้น นักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีทั้งหมดจำนวน 11 คน (ร้อยละ 45.8) จัดเป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงรอบปฏิบัติการถัดไป

4) ขั้นสะท้อน (Reflect)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 โดยบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการดำเนินงานพบว่า ในขั้นการศึกษาสถานการณ์ นักเรียนให้ความสนใจสถานการณ์ที่กำหนดให้ แต่ยังคงใช้เวลานานพอสมควรในการศึกษาสถานการณ์นั้น ๆ

ซึ่งนักเรียนส่วนมากสามารถตั้งคำถามที่ตนเองสงสัยและตั้งสมมติฐานได้ นอกจากนี้นักเรียนมีความสนใจในการทำการทดลองแต่จะยังคงใช้เวลามากในการศึกษาแต่ละขั้นตอน ซึ่งมีนักเรียนบางกลุ่มที่ทำการทดลองข้ามขั้นตอนส่งผลให้ผลการทดลองเกิดความผิดพลาด และในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า มีนักเรียนบางกลุ่มที่ได้ผลการศึกษาไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้และยังไม่สามารถตอบคำถามได้ว่าเป็นเพราะเหตุใดผลการศึกษาจึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่กลุ่มของตนเองกำหนดไว้ ซึ่งนักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลประกอบผลการศึกษาเพิ่มเติมได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสรุปปัญหาและแนวทางทางการแก้ไขเพื่อพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ปัญหาที่พบในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 และแนวทางการแก้ไข

แหล่งที่มาของปัญหา	**ปัญหาที่พบ**	**แนวทางการแก้ไขปัญหา**
แบบบันทึกหลังแผนการสอน	ในขั้นการทำการทดลอง นักเรียนทำการทดลองข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ส่งผลให้ผลการทดลองเกิดความผิดพลาดไป	บอกให้นักเรียนไม่นำผลการทดลองที่ผิดพลาดมารวมกับผลการทดลองที่ถูกต้อง แต่ให้นำผลที่ผิดพลาดนั้นมาร่วมวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการศึกษาภายในกลุ่มตนเองกับกลุ่มเพื่อนอย่างมีเหตุผล
	ในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ มีนักเรียนบางกลุ่มที่ได้ผลการศึกษาไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้	ถ้ามีเวลาเพียงพอที่จะทำการทดลองหรือทำการศึกษาให้ลองทำอีกรอบ หากไม่มีเวลาเพียงพอให้นักเรียนนำผลการศึกษาของกลุ่มตนเองมาร่วมวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการศึกษาภายในกลุ่มตนเองและเพื่อนกลุ่มอื่น
	นักเรียนใช้เวลาทำกิจกรรมในบางขั้นตอนนานเกินกว่าเวลาที่กำหนดไว้	กำหนดเวลาในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจนขึ้นและไม่ยืดหยุ่นเวลามากเกินไป
แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	นักเรียนไม่สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐานได้	ให้นักเรียนทบทวนผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อสรุปของตนเองว่ามีความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ตัวอย่าง อย่างไร จากนั้นค่อยนำไปคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

โดยสรุปแล้วจากวงรอบปฏิบัติการที่ 2 การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย พบว่าส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 54.2 แต่ยังมีนักเรียนจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 45.8 ที่ยังมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ยังไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ จากผลการดำเนินงานในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สื่อการสอนต่าง ๆ เข้ามาดึงความสนใจของนักเรียนในขั้นตอนการศึกษาสถานการณ์ เช่น ข่าวหรือบทความที่มีความน่าสนใจ รวมทั้งได้เพิ่มการจัดการเรียนรู้ลงในแผนการจัดการเรียนรู้โดยการทำการทดลองประกอบการศึกษาเรียนรู้ ซึ่งเป็นการทดลองกับตัวผู้เรียนโดยตรง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป

2.3 ผลการดำเนินการในวงรอบปฏิบัติการที่ 3

1) ขั้นวางแผน (Plan)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้วางแผนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โดยการดำเนินการในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่พบจากวงรอบปฏิบัติการที่ 2 มาปรับแก้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 โดยในขั้นการศึกษาสถานการณ์ มีการนำสถานการณ์ปัญหาที่มีความน่าสนใจเข้ามาใช้ในบทเรียนเพื่อดึงความสนใจของนักเรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรมต่อไป ในขั้นการตั้งคำถามและการตั้งสมมติฐานได้มีการเน้นย้ำให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และกำหนดเวลาในการทำงานอย่างชัดเจน ส่วนในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ ได้กำหนดให้สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนวิเคราะห์ผลการศึกษาเพียงคนเดียว จากนั้นคิดและอภิปรายเป็นคู่ แล้วคิดและอภิปรายเป็นกลุ่มและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้อธิบายถึงข้อสรุปหรือผลที่ได้จากการทดลองของตนเอง ซึ่งในขณะการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2) ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง เลือดและส่วนประกอบของเลือด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง เซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง หมู่เลือดและการให้เลือด

3) ขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 โดยผู้วิจัยบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีรายละเอียด ดังนี้

3.1) ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

จากการจัดการเรียนการสอนตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้บันทึกผลการจัดการเรียนรู้หลังแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง เลือดและส่วนประกอบของเลือด จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสนใจในสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำงานของตนเอง และมีการปรึกษาหารือกันในกลุ่ม ในขั้นการตั้งคำถามและการตั้งสมมติฐาน และในขั้นการทำการทดลอง พบว่า นักเรียนใช้เวลาในการทำงานแต่ละขั้นค่อนข้างนานจึงส่งผลให้เหลือเวลาในการทำกิจกรรมในขั้นต่อไปน้อยลง และในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถสรุปผลการศึกษาได้ทันตามเวลาที่กำหนดไว้ จึงเปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูลกับเพื่อนกลุ่มอื่นได้ไม่ครบทุกประเด็น การจัดการเรียนการสอนครั้งนี้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อมูล รวมทั้งสร้างข้อสรุป ที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับข้อมูลได้

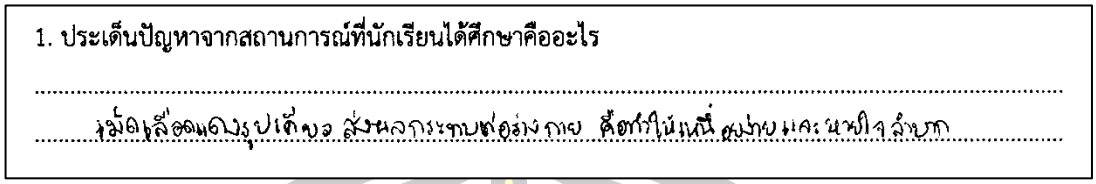
(2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง เซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์ จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนมากมีความสนใจในบทเรียนและสถานการณ์ที่กำหนดให้ สำหรับการทำกิจกรรมในชั้นเรียน นักเรียนให้ความสำคัญในการแบ่งหน้าที่ในการทำงานอย่างชัดเจน มีการสลับทำหน้าที่กันในการทำงาน จากเดิมที่หนึ่งคนทำเพียงหน้าที่เดียวมาตลอด ส่วนในขั้นการตั้งคำถามยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สนใจในการตั้งคำถามช่วยเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม ต่อมาในขั้นการทำการทดลอง พบว่า นักเรียนให้ความสนใจในการทำปฏิบัติการ แต่ยังคงใช้เวลาในการทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองมากเกินเวลาที่กำหนดไว้ และในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีการปรึกษาหารือกันในกลุ่มมากขึ้น ทุกคนมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลของกลุ่มตนเองและข้อมูลของเพื่อนกลุ่มอื่น

(3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง หมู่เลือดและการให้เลือด จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำงานอย่างชัดเจนและมีการพูดคุยปรึกษากันก่อนจะลงมือทำการทดลอง ส่วนในขั้นการตั้งคำถามนักเรียนส่วนมากสามารถตั้งคำถามที่สงสัยจากสถานการณ์ที่กำหนดให้พร้อมทั้งกำหนดสมมติฐานได้ และให้ความสนใจในการทำการทดลอง ซึ่งนักเรียนส่วนมากสามารถระบุข้อมูลได้และสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้สร้างข้อสรุปของตนเอง พร้อมทั้งอธิบายและสรุปในสิ่งที่ศึกษาได้อย่างมีเหตุผล จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนตลอดการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีนักเรียนบางคนที่ไม่สนใจทำกิจกรรม ทั้งขั้นตอนที่เป็นกิจกรรมรายบุคคลและกิจกรรมรายกลุ่ม เมื่อตนเองได้รับมอบหมายให้มีบทบาทในการทำงานกลุ่มก็ทำหน้าที่เพียงในส่วนของตนเอง ไม่สนใจงานในส่วนอื่น และไม่ร่วมกันอภิปรายผลการศึกษากับสมาชิกในกลุ่ม

จากข้อมูลที่สังเกตได้จากการจัดการเรียนรู้ และระหว่างการสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนให้ความสำคัญในการกำหนดหน้าที่ในการทำงานภายในกลุ่มอย่างชัดเจน สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม มีเพียงส่วนน้อยที่ยังไม่ช่วยเพื่อนทำงาน ส่วนในขั้นการศึกษาสถานการณ์ นักเรียนให้ความสนใจกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนส่วนมากสามารถตั้งคำถามที่ตนเองสงสัยและตั้งสมมติฐานได้ และในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนสามารถสร้างและอธิบายข้อสรุปของตนเองได้ และสามารถเปรียบเทียบผลการศึกษาและวิเคราะห์ผลได้อย่างสมเหตุสมผล นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แยกตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

(1) การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน

จากการสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนทุกคนสามารถระบุข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าได้ ซึ่งเป็นหลักฐานสำคัญของการบอกกล่าวหรือการกล่าวอ้างข้อสรุปของสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่ได้ศึกษา โดยนักเรียนมีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนสามารถบอกกล่าวและอธิบายได้ว่าตนเองกำลังศึกษาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งใด และนอกจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนแล้ว เมื่อนักเรียนได้ทำใบกิจกรรมท้ายบทเรียน พบว่ามีตัวอย่างคำตอบจากใบกิจกรรมของนักเรียน แสดงดังภาพที่ 11

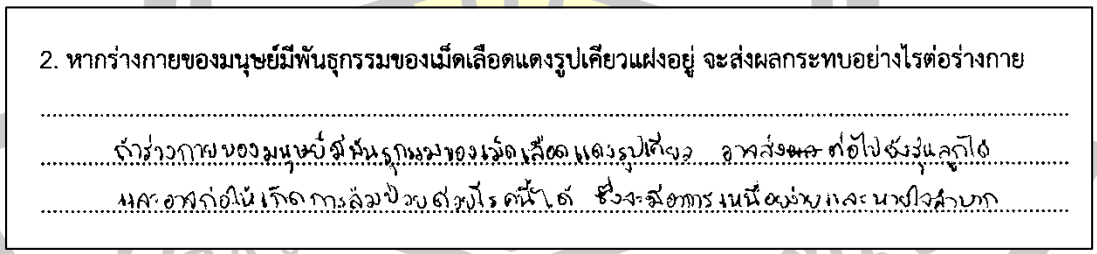

1. ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร

เม็ดเลือดแดงรูปเคียว ส่งผลกระทบต่อร่างกาย คือทำให้เหนื่อยง่าย และหายใจลำบาก

ภาพที่ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 20, 25 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)

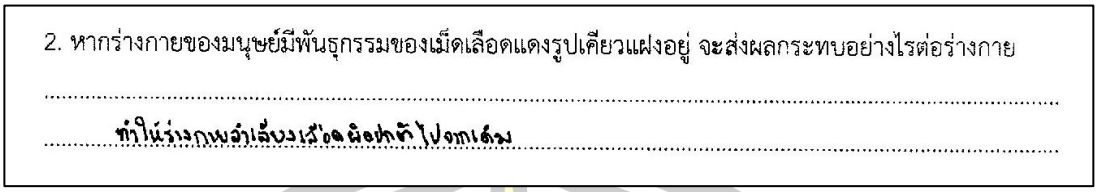
(2) การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล

จากการดำเนินการวิจัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนที่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานได้ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาใช้ในการรองรับหรือสนับสนุนการสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานของตนเองได้ ส่วนนักเรียนที่ไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนระบุเพียงข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาสถานการณ์ปัญหา แต่ไม่มีการกล่าวถึงการนำข้อมูลหรือหลักฐานมาใช้รองรับหรือสนับสนุนการสร้างข้อสรุปนั้น และนอกจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนแล้ว เมื่อนักเรียนได้ทำใบกิจกรรมท้ายบทเรียน พบว่ามีตัวอย่างคำตอบจากใบกิจกรรมของนักเรียน โดยคำตอบของนักเรียนที่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานได้ แสดงดังภาพที่ 12 และคำตอบของนักเรียนที่ไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานได้ แสดงดังภาพที่ 13


2. หากร่างกายของมนุษย์มีพันธุกรรมของเม็ดเลือดแดงรูปเคียวแฝงอยู่ จะส่งผลกระทบอย่างไรต่อร่างกาย

ถ้าร่างกายของมนุษย์มีพันธุกรรมของเม็ดเลือดแดงรูปเคียว อาจส่งผลต่อไปยังรุ่นลูกได้ และอาจก่อให้เกิดการล้มป่วยต่างๆ ได้ ซึ่งจะมีอาการเหนื่อยง่าย และหายใจลำบาก

ภาพที่ 12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 20, 25 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)


2. หากร่างกายของมนุษย์มีพันธุกรรมของเม็ดเลือดแดงรูปเคียวแฝงอยู่ จะส่งผลกระทบอย่างไรต่อร่างกาย

.....

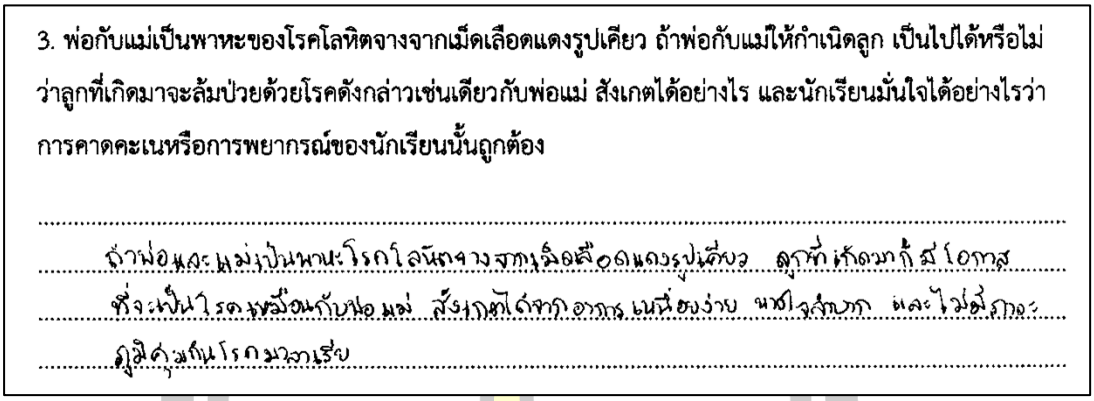
ทำให้ร่างกายมีเม็ดเลือดผิดปกติไปจากเดิม

ภาพที่ 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 11, 25 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)

(3) การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล

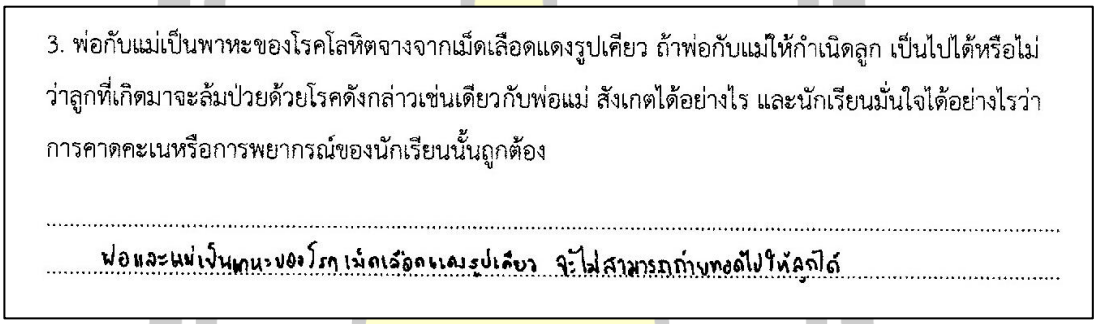
จากการดำเนินการวิจัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนที่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนสามารถนำข้อสรุปที่ได้มาใช้ในการคาดคะเนแนวโน้มของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสมเหตุสมผล โดยมีการอธิบายเหตุผลประกอบการคาดคะเนเพื่อรองรับหรือสนับสนุนคำตอบของตนเอง ส่วนนักเรียนที่ไม่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ นักเรียนนำข้อสรุปมาใช้ในการคาดคะเนแนวโน้มของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่มีการระบุเหตุผลรองรับคำตอบของตนเอง และนอกจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนแล้ว เมื่อนักเรียนได้ทำใบกิจกรรมท้ายบทเรียน พบว่ามีตัวอย่างคำตอบจากใบกิจกรรมของนักเรียน โดยคำตอบของนักเรียนที่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลได้ แสดงดังภาพที่ 14 และคำตอบของนักเรียนที่ไม่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลได้ แสดงดังภาพที่ 15

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว


3. พ่อกับแม่เป็นพาหะของโรคโลหิตจางจากเม็ดเลือดแดงรูปเคียว ถ้าพ่อกับแม่ให้กำเนิดลูก เป็นไปได้หรือไม่ ว่าลูกที่เกิดมาจะล้มป่วยด้วยโรคดังกล่าวเช่นเดียวกับพ่อแม่ สังเกตได้อย่างไร และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง

ถ้าพ่อและแม่เป็นพาหะโรคโลหิตจางจากเม็ดเลือดแดงรูปเคียว ลูกที่เกิดมาก็มีโอกาสที่จะเป็นโรคเหมือนกับพ่อแม่ สังเกตได้จากอาการเหนื่อยง่าย หน้าซีดมาก และไม่มีภูมิคุ้มกันโรคมาลาเรีย

ภาพที่ 14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 20, 25 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)


3. พ่อกับแม่เป็นพาหะของโรคโลหิตจางจากเม็ดเลือดแดงรูปเคียว ถ้าพ่อกับแม่ให้กำเนิดลูก เป็นไปได้หรือไม่ ว่าลูกที่เกิดมาจะล้มป่วยด้วยโรคดังกล่าวเช่นเดียวกับพ่อแม่ สังเกตได้อย่างไร และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง

พ่อและแม่เป็นพาหะของโรคเม็ดเลือดแดงรูปเคียว จะไม่สามารถถ่ายทอดไปให้ลูกได้

ภาพที่ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3
(ที่มา: นักเรียนลำดับที่ 11, 25 กุมภาพันธ์ 2653, ใบกิจกรรม)

จากการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 20 และ 21

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 20 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ข้อที่ 1

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**	
การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร	การกินอาหารเสริม หรือผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนัก มีความเสี่ยงทำให้เลือดเปลี่ยนเป็นสีชมพู (1 คะแนน)	การที่เลือดเป็นสีชมพู เกิดจากการที่มีไขมันในเลือดสูง (1 คะแนน)
การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	การที่เลือดปกติมีสีแดง เปลี่ยนเป็นเลือดสีชมพู เกิดจากสาเหตุใด และเกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียนเลือดอย่างไร	เลือดสีชมพู เกิดจากภาวะเม็ดเลือดแดงแตกหรือมีไขมันสะสมในเลือดสูง เมื่อเลือดผ่านกระบวนการปั่นเลือด จะเกิดชั้นสีขาวปริมาณมากเมื่อเกิดการผสมกันระหว่างชั้นของเม็ดเลือดแดง จะมีชั้นสีชมพูเกิดขึ้น ซึ่งอาจทำให้การทำงานของระบบหมุน เวียนเลือดเกิดความผิดปกติ จนส่งผลกระทบต่อร่างกาย เช่น เหนื่อย หายใจหอบ หิวน้ำตลอดเวลา ปากแห้ง (1 คะแนน)	ผู้ที่มีเลือดสีชมพู เกิดจากการที่มีไขมันสะสมในเลือดของตัวเองในปริมาณสูง เมื่อทำการตรวจทางการแพทย์ จะพบว่าไขมันที่อยู่ในเลือดจะทำให้สีเลือดคล้ายสีชมพู ส่งผลให้ระบบหมุนเวียนเลือดในร่างกายทำงานได้ไม่ดีพอ ส่งผลให้มีอาการเหนื่อยหอบ (1 คะแนน)

ตารางที่ 20 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ข้อที่ 1 (ต่อ)

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**	
การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	นางสาวบี เป็นคนรักสุขภาพ เธอจะทานอาหารเสริมวันละ 10 ชนิดขึ้นไป เพื่อดูแลตัวเองให้ดูดีอยู่เสมอ นักเรียนคิดว่านางสาวบี มีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะเลือดสีชมพูหรือไม่ และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง	นางสาวบีมีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะเลือดสีชมพู เนื่องจากภาวะเลือดสีชมพูเกิดได้จากหลายสาเหตุ ไม่จำเป็นต้องเกิดจากการมีไขมันสะสมในเลือดเพียงอย่างเดียว การเกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตก ก็ส่งผลให้เกิดเลือดสีชมพูได้ นอกจากนี้การได้รับอาหารเสริม ยารักษาโรค หรือยาปฏิชีวนะเกินขนาด ก็มีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะเลือดสีชมพูได้ (1 คะแนน)	นางสาวบีเสี่ยงมีเลือดสีชมพู เพราะทานอาหารเสริมเกินขนาด (0 คะแนน)

ตารางที่ 21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ข้อที่ 2

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**	
การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร	การให้เลือดผู้ป่วยผิดกรุ๊ป ส่งผลให้เกิดอาการช็อค จนเสียชีวิต (1 คะแนน)	ให้เลือดผิดกรุ๊ป ส่งผลให้เสียชีวิตได้ (1 คะแนน)

ตารางที่ 21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ข้อที่ 2 (ต่อ)

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	**คำถาม**	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน**	
การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	เพราะเหตุใดเมื่อผู้ป่วยกรุ๊ปเลือด O ได้รับเลือดกรุ๊ป B จึงเสียชีวิตในเวลาต่อมา	เมื่อผู้ป่วยกรุ๊ปเลือด O ได้รับเลือดกรุ๊ป B แล้วเสียชีวิต เป็นเพราะว่าในเลือดกรุ๊ป B มีแอนติเจนอยู่บนผิวของเซลล์เม็ดเลือด แต่ว่าเลือดกรุ๊ป O ไม่มีแอนติเจน และตามหลักของทางการแพทย์ พบว่า เลือดกรุ๊ป O สามารถให้เลือดได้ทุกกรุ๊ป แต่ว่าสามารถรับเลือดได้แค่กรุ๊ป O ด้วยกันเพียงกรุ๊ปเดียว เมื่อผู้ป่วยกรุ๊ปเลือด O ได้รับเลือดกรุ๊ป B จึงเสียชีวิตเนื่องจากเลือดไม่เข้ากัน (1 คะแนน)	ถ้าผู้ป่วยได้รับเลือดไม่ตรงกับกรุ๊ปเลือดของตนเอง จะทำให้เลือดไม่เข้ากัน จึงเสียชีวิต (0 คะแนน)
การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	นายดี เกิดอุบัติเหตุเสียเลือดมาก นายดีมีเลือดกรุ๊ป A แต่ที่โรงพยาบาลมีเลือดสำรองแค่เลือดกรุ๊ป O นักเรียนคิดว่านายดีสามารถรับเลือดกรุ๊ป O เข้าไปในร่างกายได้หรือไม่	นายดีสามารถรับเลือดกรุ๊ป O เข้าไปร่างกายได้ แต่ต้องได้รับการตรวจสอบเลือดก่อน โดยดูที่สาร 2 ชนิด คือ แอนติเจนและแอนติบอดี ซึ่งนำมาใช้เป็นหลักในการพิจารณาหาเลือดที่เหมาะสมและเข้าได้กับเลือดของนายดี โดยแอนติเจนบนผิวเซลล์เม็ด	นายดี รับเลือดกรุ๊ป O เข้าไปในร่างกายได้ เพราะเลือดกรุ๊ป O ให้ได้ทุกกรุ๊ป (0 คะแนน)

ตารางที่ 21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ข้อที่ 2 (ต่อ)

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	คำถาม	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
	และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง	เลือดแดงของผู้ให้ ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีในพลาสมาของผู้รับ ในกรณีนี้เลือดกรุ๊ป O ไม่มีแอนติเจน A และ B ส่วนนายดีมีเลือดกรุ๊ป A มีแอนติบอดี B จึงสามารถรับเลือดกรุ๊ป O ได้ แต่ทั้งนี้ก็ต้องดูที่หมู่เลือด Rh ด้วย เพื่อไม่ให้เกิดผลข้างเคียงจากการรับเลือด (1 คะแนน)

ผลจากการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 22

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 22 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3

ลำดับ	องค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (6)	ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ผลการประเมิน
	การระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยาน (2)	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล (2)	การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล (2)			
3	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
5	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
8	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
11	2	1	1	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
14	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
16	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
20	2	2	2	6	ดี	ผ่าน
21	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
25	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
27	2	2	2	6	ดี	ผ่าน
29	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
$\bar{X}$	1.9	1.9	1.1	5.0	ดี	
S.D.	0.0	0.3	0.5	0.6	-	

จากตารางที่ 22 หลังการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยอยู่ที่ 5.0 จัดอยู่ในระดับดี จากผลการทดสอบของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 11 คน พบว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ซึ่งมีความสามารถใน

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี มีจำนวน 9 คน ซึ่งสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง และครบถ้วนตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนจำนวน 2 คน ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ โดยนักเรียนยังไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน และยังไม่ครบถ้วนตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 สามารถสรุประดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 แสดงจำนวนนักเรียน และร้อยละในแต่ละระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3

แบบทดสอบ	**จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (คน (ร้อยละ))**		
	ระดับดี	**ระดับพอใช้**	**ระดับปรับปรุง**
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	9 (81.8)	2 (18.2)	0 (0.0)
รวม	11 (100)		

จากตารางที่ 23 จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ยังมีระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 11 คน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่าการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ระดับดี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 81.8

4) ขั้นสะท้อน (Reflect)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 โดยบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการดำเนินงานพบว่า ในขั้นการศึกษาสถานการณ์ นักเรียนให้ความสนใจสถานการณ์ที่กำหนดให้ เนื่องจากมีการนำเสนอสถานการณ์ผ่านสื่อวิดีทัศน์ และการทดลองต่าง ๆ ที่สามารถดึง

ความสนใจของนักเรียนได้ ในขั้นการตั้งคำถามและการตั้งสมมติฐาน นักเรียนสามารถตั้งคำถามที่ตนเองสงสัยและตั้งสมมติฐานเพื่อมาปรึกษากันในกลุ่มได้ นอกจากนี้ในขั้นตอนการทำการทดลอง นักเรียนมีความสนใจในการทำกิจกรรมกลุ่ม มีการแบ่งหน้าที่ในการทำงานมีเพียงส่วนน้อยที่ยังไม่ช่วยเพื่อนทำงาน เนื่องจากมีนักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำงานไม่เหมาะสมกับจำนวนสมาชิกภายในกลุ่ม จึงทำให้นักเรียนบางคนได้อยู่เฉย ๆ ไม่มีหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบ เมื่อตนเองได้รับมอบหมายให้มีบทบาทในการทำงานกลุ่มก็ทำหน้าที่เพียงในส่วนของตนเอง ไม่สนใจงานในส่วนอื่น และไม่ร่วมกันอภิปรายผลการศึกษากับสมาชิกในกลุ่ม และในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนสามารถสร้างและอธิบายข้อสรุปของตนเองได้ และสามารถเปรียบเทียบผลการศึกษาและวิเคราะห์ผลได้อย่างสมเหตุสมผลทั้งภายในกลุ่มของตนเองและระหว่างกลุ่มเพื่อนในห้อง แต่จะมีเพียงบางกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอผลการศึกษาหน้าชั้นเรียน เนื่องด้วยข้อจำกัดของเวลา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสรุปปัญหาและแนวทางทางการแก้ไขเพื่อพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ปัญหาที่พบในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 และแนวทางการแก้ไข

แหล่งที่มาของปัญหา	**ปัญหาที่พบ**	**แนวทางการแก้ไขปัญหา**
แบบบันทึกหลังแผนการสอน	ในขั้นการทำการทดลอง มีนักเรียนบางกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการทำงานไม่เหมาะสมกับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม จึงทำให้นักเรียนบางคนไม่มีหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบ	ให้นักเรียนสลับหน้าที่ในการทำกิจกรรมหรือช่วยสมาชิกในกลุ่มในหน้าที่ใดหน้าที่หนึ่ง และให้นักเรียนเขียนหน้าที่ของตนเองกำกับไว้ในใบรายชื่อสมาชิกในกลุ่ม
แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	นักเรียนยังไม่สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐานได้	ให้นักเรียนทบทวนผลการศึกษาและข้อสรุปของตนเองว่ามีความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ตัวอย่าง อย่างไร จากนั้นจึงปรึกษากับเพื่อนเป็นคู่ แล้วจึงอภิปรายเป็นกลุ่ม

ผลการวิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิง

วิทยาศาสตร์จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการทดสอบหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ โดยนำคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย มาพิจารณาเทียบกับเกณฑ์วัดระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการประเมินแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 33 คน ทั้ง 3 วงรอบปฏิบัติการ

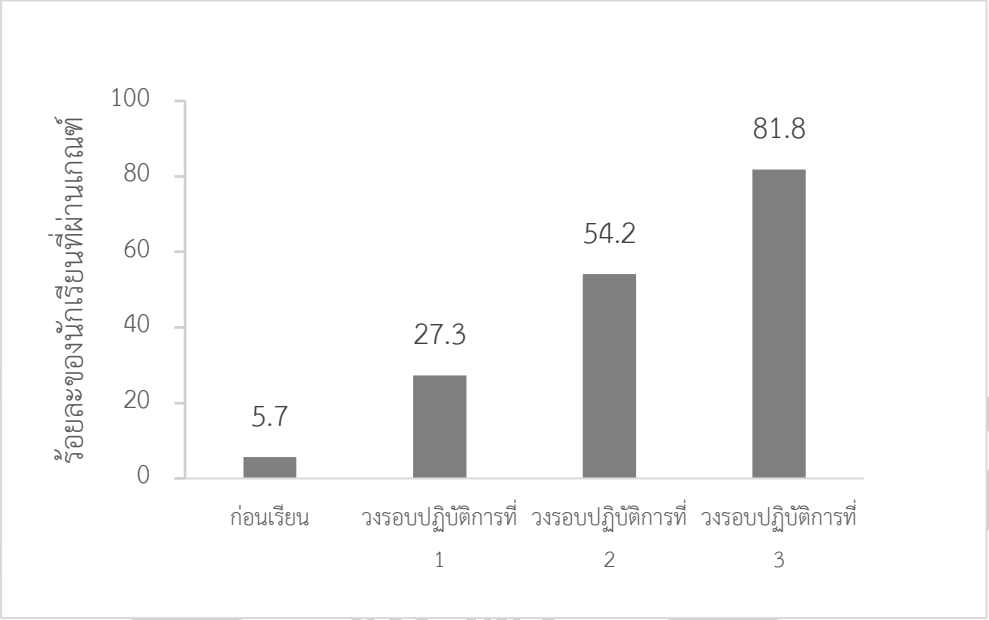
ลำดับ	วงรอบปฏิบัติการที่ 1			วงรอบปฏิบัติการที่ 2			วงรอบปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (6)	ระดับ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ระดับ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ระดับ	ผลการประเมิน
1	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
2	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
3	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
4	6	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
5	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
6	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
7	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
8	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
9	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	6	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
10	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
11	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
12	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
13	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
14	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
15	6	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
16	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
17	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
18	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
19	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน

ตารางที่ 25 คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 33 คน ทั้ง 3 วงรอบปฏิบัติการ (ต่อ)

ลำดับ	วงรอบปฏิบัติการที่ 1			วงรอบปฏิบัติการที่ 2			วงรอบปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (6)	ระดับ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ระดับ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ระดับ	ผลการประเมิน
20	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
21	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
22	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
23	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
24	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
25	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
26	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
27	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
28	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
29	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
30	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
31	6	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
32	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
33	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
34	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
35	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
$\bar{X}$	3.80	-		4.71	-		5.31	-	
ผ่าน	9 คน (ร้อยละ 27.3)			13 คน (ร้อยละ 54.2)			9 คน (ร้อยละ 81.8)		
ไม่ผ่าน	24 คน (ร้อยละ 72.7)			11 คน (ร้อยละ 45.8)			2 คน (ร้อยละ 18.2)		

จากตารางที่ 25 แสดงผลการวิจัยทั้ง 3 วงรอบปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 33 คน ที่มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี เมื่อผ่านวงรอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 27.3 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนมีการนำเสนอประเด็นที่ใช้ในการศึกษาผ่านสื่อวิดีทัศน์ และนักเรียนได้เข้าสืบค้นข้อมูลความรู้ จาก

แหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งมีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนมีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 54.2 เนื่องจากในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนได้ลงมือทำปฏิบัติการจริงและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และมีการศึกษาสถานการณ์ตัวอย่างผ่านสื่อวิดีทัศน์และข่าวหรือบทความที่มีความน่าสนใจ และในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนมีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 81.8 เนื่องจากการจัดเรียนการสอนในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 มีการใช้สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ ประกอบการสอนเช่น รูปภาพ วิดีโอ รวมทั้งนักเรียนทุกคนได้ลงมือทำการทดลองจริงอย่างทั่วถึง ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและได้รับความรู้จากผลการศึกษาจริง จากการวิจัยในครั้งนี้ พบว่านักเรียนมีองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ 1) การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน 2) การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล และ 3) การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ ดังแสดงในภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานแบบนิรนัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 วงรอบปฏิบัติการ ใช้วิธีการดำเนินการวิจัยตามลักษณะการวิจัยเชิงปฏิบัติการ หลังจากดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยสามารถสรุปผล อภิปรายผล และข้อแสนอแนะไว้ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี

สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย

วงรอบปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ซึ่งนักเรียนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการตั้งคำถามและการตั้งสมมติฐาน ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการหาคำตอบในขั้นตอนของการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูล ส่วนในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ นักเรียนอภิปรายผลการศึกษาและตอบคำถาม พบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูล รวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งส่งผลให้นักเรียนยังไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลสอดคล้องกับข้อมูล หรือหลักฐานที่ได้เลือกมา รวมทั้งนักเรียนยังไม่สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐาน และประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐานได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำและเน้นย้ำให้นักเรียนใช้ข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยานมาใช้ประกอบการสร้างข้อสรุปของตนเอง ส่วนการจัดการเรียนการสอนมีการนำเสนอประเด็นที่ใช้ในการศึกษาผ่านทางสื่อวิดีทัศน์ และมีการให้นักเรียนเข้าสืบค้นข้อมูล ความรู้

จากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีความหลากหลาย ซึ่งมีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 27.3 และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 72.7

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนส่วนมากสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้าและมีการให้ข้อมูลรองรับข้อสรุปของตนเอง รวมทั้งใช้ข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานมาใช้ประกอบการสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลของตนเองได้ เนื่องจากนักเรียนเริ่มมีความเข้าใจในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมากขึ้น ซึ่งในขั้นการตั้งคำถามและการตั้งสมมติฐาน นักเรียนส่วนมากสามารถตั้งสมมติฐานทางเลือกที่เป็นไปได้อย่างมีเหตุผล และในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจในการอภิปรายผลและการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งข้อมูลจากกลุ่มตนเองและข้อมูลของกลุ่มอื่น แต่มีเพียงส่วนน้อยที่ยังไม่เข้าใจในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งส่งผลให้นักเรียนยังไม่สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลสอดคล้องกับข้อมูล หรือหลักฐานที่ได้เลือกมา นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังไม่สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐาน และประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุปข้อมูล หรือหลักฐานได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการนำข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐานและประจักษ์พยานมาใช้ โดยนำไปใช้ในการคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างออกไป และมีการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้ลงมือทำปฏิบัติการจริงและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 54.2 และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 45.8

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า และมีการใช้ข้อมูลรองรับข้อสรุปของตนเอง รวมทั้งใช้ข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานมาใช้ประกอบการสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลของตนเองได้ นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ซึ่งในขั้นการตั้งคำถามและการตั้งสมมติฐาน นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานทางเลือกที่เป็นไปได้อย่างมีเหตุผล และในขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในการอภิปรายผลและการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งข้อมูลจากกลุ่มตนเองและข้อมูลของกลุ่มอื่น ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลสอดคล้องกับข้อมูล หรือหลักฐานที่ได้เลือกมา ซึ่งผู้วิจัยได้การจัดการเรียนการสอนโดยนำสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เข้ามาใช้ประกอบการสอน เช่น รูปภาพ วิดีโอ รวมทั้งมีการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย และมีการทำการทดลองจริง ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและได้รับความรู้จากผลการศึกษาจริง ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในการให้เหตุผล

เชิงวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนตลอดการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีนักเรียนบางคนที่ไม่สนใจทำกิจกรรม ทั้งขั้นตอนที่เป็นกิจกรรมรายบุคคลและกิจกรรมกลุ่ม เมื่อตนเองได้รับมอบหมายให้มีบทบาทในการทำงานก็ทำหน้าที่เพียงในส่วนของตนเอง ไม่สนใจงานในส่วนอื่น และไม่ร่วมกันอภิปรายผลการศึกษากับสมาชิกในกลุ่ม นอกจากนี้นักเรียนบางคนขาดเรียนบ่อยจึงส่งผลให้นักเรียนไม่ได้ศึกษาเนื้อหาความรู้ในบทเรียนและไม่ได้ลงมือปฏิบัติและได้รับความรู้จากผลการศึกษาจริง ส่งผลให้นักเรียนยังไม่สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุปข้อมูล หรือหลักฐานได้ โดยผลจากวิจัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 81.8

อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย พบว่ามีประเด็นที่นำมาอภิปรายผลได้ ดังนี้

การศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 27.3 ต่อมานักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 54.2 และนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 81.8 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนกำหนดและทดสอบสมมติฐานเชิงเหตุผลจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ จากนั้นออกแบบและปฏิบัติทดลองหรือศึกษาเพื่ออธิบายสถานการณ์นั้น ๆ โดยมีการสรุปผลข้อมูลที่ได้เพื่อสร้างมโนทัศน์ แล้วใช้มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นไปอธิบายสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง (Lawson, 1995) การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบดังกล่าวมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีส่วนช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิดและให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยจากการปฏิบัติทดลองหรือการศึกษาค้นคว้าข้อมูล เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์และสรุปผล เพื่อสร้างมโนทัศน์และนำมโนทัศน์นั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้

เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยและกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ สูงกว่าร้อยละ 60 นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองและสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 ซึ่งการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นสามารถพัฒนาทักษะการใช้เหตุผลของนักเรียนได้ เนื่องจากเป็นการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนมีการทำงานแบบร่วมมือ และมีการสังเกตและสร้างคำถามจากสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งการตั้งสมมติฐาน ที่นำไปสู่การรวบรวมข้อมูลและการลงข้อสรุปจากข้อมูลที่ได้ นอกจากนี้ ชอว์นเดอร์ และเชพาร์ดสัน (Saunders & Shepardson, 1987) ยังกล่าวว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบนามธรรมที่เน้นการบรรยายและอภิปราย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จันทร์พร พรหมมาศ (2541) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

สำหรับนักเรียนที่ยังมีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และ วงรอบปฏิบัติการที่ 2 เนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้เลือกมา และยังไม่สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐาน และประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐานได้ ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น เป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบด้านการคิดหรือการใช้สติปัญญาตามนิยามของ TIMSS กล่าวคือ เป็นความสามารถในการรู้ การประยุกต์ และการให้เหตุผลหรือการวิเคราะห์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) อีกทั้งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นการให้เหตุผลที่ครอบคลุมทักษะการอธิบายความหมาย ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการตรวจสอบโดยใช้หลักฐาน ทักษะการตรวจสอบสมมติฐานหรือทฤษฎี และทักษะการสร้างและพัฒนาคำอธิบายเชิงสรุปอ้างอิง ซึ่งทักษะต่าง ๆ เหล่านี้จะสะท้อนให้เห็นถึง

กระบวนการของการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจึงต้องมีความเข้าใจในประเด็นที่ทำการศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (Klahr, 2010)

จากการสะท้อนผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และ วงรอบปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เช่น สื่อวิดีทัศน์ รูปภาพตัวอย่างจริง เข้ามาประกอบการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งมีการนำเสนอสถานการณ์ที่แปลกใหม่และมีความน่าสนใจ ผ่านทางสื่อวิดีทัศน์ ซึ่งส่งผลต่อความสนใจของนักเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สำเร็จ นางสีคุณ (2557) ซึ่งได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านสื่อการเรียนรู้ดิจิตอล สามารถส่งผลให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั่วไป นอกจากนี้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้นำเอากิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้าข้อมูล และเอื้อต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผลของนักเรียน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังจุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาองค์ประกอบเหล่านั้นให้มีคุณภาพ ซึ่งส่งผลไปสู่การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานแบบนิรนัยยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนกำหนดและทดสอบสมมติฐานเชิงเหตุผลจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ด้วยตนเอง ตลอดจนสรุปผล เปรียบเทียบ และวิเคราะห์ผล ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีการให้เหตุผล อันจะนำไปสู่การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผู้สอนควรเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความน่าสนใจหรือกำลังเป็นที่สนใจอยู่ในขณะนั้น เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทำกิจกรรม

1.2 ผู้สอนควรมีการมอบหมายงานและมีการกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้ชัดเจน

1.3 ผู้สอนควรให้ความสำคัญในการพัฒนาทุก ๆ องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจองค์ประกอบที่ 1 และองค์ประกอบที่ 2 ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อน จึงจะสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่ 3 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 ผู้สอนควรเน้นไปที่การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในองค์ประกอบที่ 3 คือ การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล เนื่องจากการคาดคะเนแนวโน้มของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องนั้น ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ อย่างถี่ถ้วนจึงจะสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไป

2.1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยเหมาะสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นปฏิบัติการทดลอง การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรศึกษาเนื้อหาความรู้ให้เข้าใจ รวมทั้งควรพัฒนาเทคนิคและทักษะในการที่จะชักนำให้นักเรียนเกิดการตั้งสมมติฐานนิรนัยต่อไป

2.3 ควรมีการนำเอาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้ประเภทต่าง ๆ เช่น วงจรการเรียนรู้แบบบรรยาย และวงจรการเรียนรู้แบบอุปนัยเชิงประจักษ์ ไปปรับใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 ควรมีการพัฒนาทักษะกระบวนการอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กิ่งฟ้า สินธุวงศ์. (2547). *การเรียนรู้กับการพัฒนาผู้เรียน*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กีรติ บุญเจือ. (2550). *ตรรกวิทยาและตรรกวิทยาสัญลักษณ์เบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกรียงไกร อภัยวงศ์. (2548). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โกเมนทร์ ชินวงศ์. (2556). *ตรรกศาสตร์เบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

จันทร์พร พรหมมาศ. (2541). *ผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อสัมฤทธิผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2556). *ผลของการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณรงค์ชัย พงษ์ธะนะ. (2559). *ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2551). *การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2552). *การวิจัยปฏิบัติการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). อุบลราชธานี: ยงสวัสดิ์อินเตอร์กรุ๊ป.

นันทวัน นันทวนิช. (2557). การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015. *นิตยสาร สสวท.*, *42*(186), 40–43.

บรรจง อมรชีวิน. (2554). *Thinking school สอนให้คิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2561). *วิจัยปฏิบัติการทางการเรียนการสอน*. ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.

ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกูล. (2543). *การออกแบบการวิจัย (Research design)* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2556). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2553). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.

ไพศาล วรคำ. (2561). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). มหาสารคาม: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

เฟื่องฟ้า บุญกอง. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนลำพระเพลิงพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ภคพร อิสระ. (2557). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัลลี สัตยาศัย. (2547). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก รูปแบบการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: บุ๊คเน็ท.

ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์ และยุพาวรรณ ศรีสวัสดิ์. (2554). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ :

วิธีการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก (Student Center : Problem-Based Learning). *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, *3*(1), 104–112.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *บทสรุปโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ พ.ศ. 2550*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *ตัวอย่างข้อสอบโครงการ TIMSS 2011 วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สมุทรปราการ: แอดวานซ์ พริ้นติ้ง เซอร์วิส.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สำเร็จ นางสีคุณ. (2557). *การใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐานผ่านสื่อการเรียนรู้ดิจิตอล เรื่อง พันธุกรรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นปีที่ 3*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลดิสการพิมพ์.

สิรินุช เข็มคง, จีระวรรณ เกษสิงห์, และธีระศักดิ์ เอโกบล. (2560). แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *36*, 77–87.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2544). วัฏจักรการเรียนรู้. *สารานุกรมศึกษาศาสตร์*, *22*, 103–111.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2557). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research)* (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สามลดา.

Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1986). The Sequence of Learning Cycle Activities in High School Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, *23*, 39–58.

Acar, O., & Patton, B. (2012). Argumentation and formal reasoning skills in an argumentation-based guided inquiry course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *46*, 4756–4760.

Acar, O. (2014). Scientific reasoning, conceptual knowledge, & achievement differences between prospective science teachers having a consistent misconception and those having a scientific conception in an argumentation-based guided inquiry course. *Learning and Individual Differences*, *30*, 148–154.

Bradley, J. M., & Steve, C. (2012). *The Emergence of Scientific Reasoning*. Retrieved September 9, 2019, from http://dx.doi.org/10.5772/53885

Frank, A. (2005). *Basic proficiencies in scientific reasoning*. Retrieved September 9, 2019, from https://www.frostburg.edu/fsu/assets/File/Administration/pair/student-learning-outcomes/Basic_Skills/SCI_REASONING_guide.pdf

Friedler, Y., Nachmias, R., & Linn, M. C. (1990). Learning Scientific Reasoning Skills in Microcomputer-Based Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, *27*, 173–191.

Great Schools Partnership. (2014). *21st century skills*. Retrieved September 9, 2019, from https://edglossary.org/21st-century-skills/

Han, J. (2013). *Scientific reasoning: Research, development and assessment*. The Ohio State University.

Hand, B. M., Prain, V., & Yore, L. (2001). Sequential writing tasks' influence on science writing. In K. Tynjala, P., Mason, L., & Lonka (Ed.), *Studies in Writing: Vol. 7. Writing as a learning tool: Integrating theory and practice*. Dordrecht: Kluwer.

Harlen, W., Bell, D., Devés, R., Dyasi, H., Garza, G. F., Léna, P., Millar, R., Reiss, M., Rowell, P., & Yu, W. (2010). *Principles and Big Ideas of Science Education*. Retrieved September 9, 2019, from https://www.ase.org.uk/download/file/fid/6741

iSTAR Assessment. (2013). *Hypothetical-deductive reasoning*. Retrieved September 9, 2019, from http://www.istarassessment.org/srdims/hypothetical-deductive-

reasoningneeds-pictures/

Joe, L., & Jonathan, C. (2015). *Scientific methodology*. Retrieved September 9, 2019, from http://philosophy.hku.hk/think/sci/

Johnson, A. P. (2008). *A Short Guide to Action Research* (3rd ed.). Boston: Pearson Education.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner* (3rd ed.). Victoria: Deakin University.

Klahr, D. (2010). Coming Up for Air: But Is It Oxygen or Phlogiston? A Response to Taber's Review of Constructivist Instruction: Success Or Failure? *Constructivist Instruction: Success or Failure? Education Review*, *13*(13), 1–6.

Lawson, A. E., & Worsnop, W. A. (1992). Learning about evolution and rejecting a belief in special creation: Effects of reflective reasoning skill, prior knowledge, prior belief and religious commitment. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*(2), 143–166.

Lawson, A. E. (1985). A Review of Research on Formal Reasoning and Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, *22*, 569–617.

Lawson, A. E. (1987). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, *15*(1), 11–24.

Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and Developing of Thinking*. Belmont: Wadsworth Publishing Company.

Lawson, A. E. (2001). Using the learning cycle to teach biology concepts and reasoning patterns. *Journal of Biological Education*, *35*(4), 165–169.

Lawson, A. E. (2010). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Journal of Science Education*, *95*(2), 336–364.

Moore, J. C. (2012). Transitional to Formal Operational: Using Authentic Research Experiences to Get Non-Science Students to Think More Like Scientists. *European Journal of Physics Education*, *3*(4), 1–12.

Moshman, D. (2011). *Adolescent Rationality and Development: Cognition, Morality, and Identity* (3rd ed.). USA: Taylor and Francis Group, LLC.

Oakley, L. (2004). *Cognitive development*. London: Taylor & Francis Ltd.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2015). *Draft Science Framework*. Retrieved September 9, 2019, from http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft PISA 2015 Science Framework .pdf

Piaget, J. (1981). *Intelligence and affectivity: Their relationship during child development* (Brown, T. A. & Kaegi, C. E., Ed.). Oxford: Annual Reviews.

Purser, R. K., & Renner, J. W. (1983). Results of Two Tenth-Grade Biology Teaching Procedures. *Science Education*, *67*(1), 85–98.

Roadrangka, V., Yeany, R. H., & Padilla, M. J. (1983). *The construction and validation of group assessment of logical thinking (GALT)*. Dallas, Texas: The annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching.

Saunders, W., & Shepardson, D. (1987). A Comparison of Concrete and Formal Science Instruction upon Science Achievement and Reasoning Ability of Sixth Grade Students. *Journal of Research in Science Teaching*, *24*, 39–57.

Schen, M. S. (2007). *Scientific reasoning skills development in the introductory biology courses for undergraduates*. The Ohio State University.

Schleicher, A., Zimmer, K., Evans, J., & Clements, N. (2009). *PISA 2009 Assessment framework: Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. Retrieved September 9, 2019, from https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf

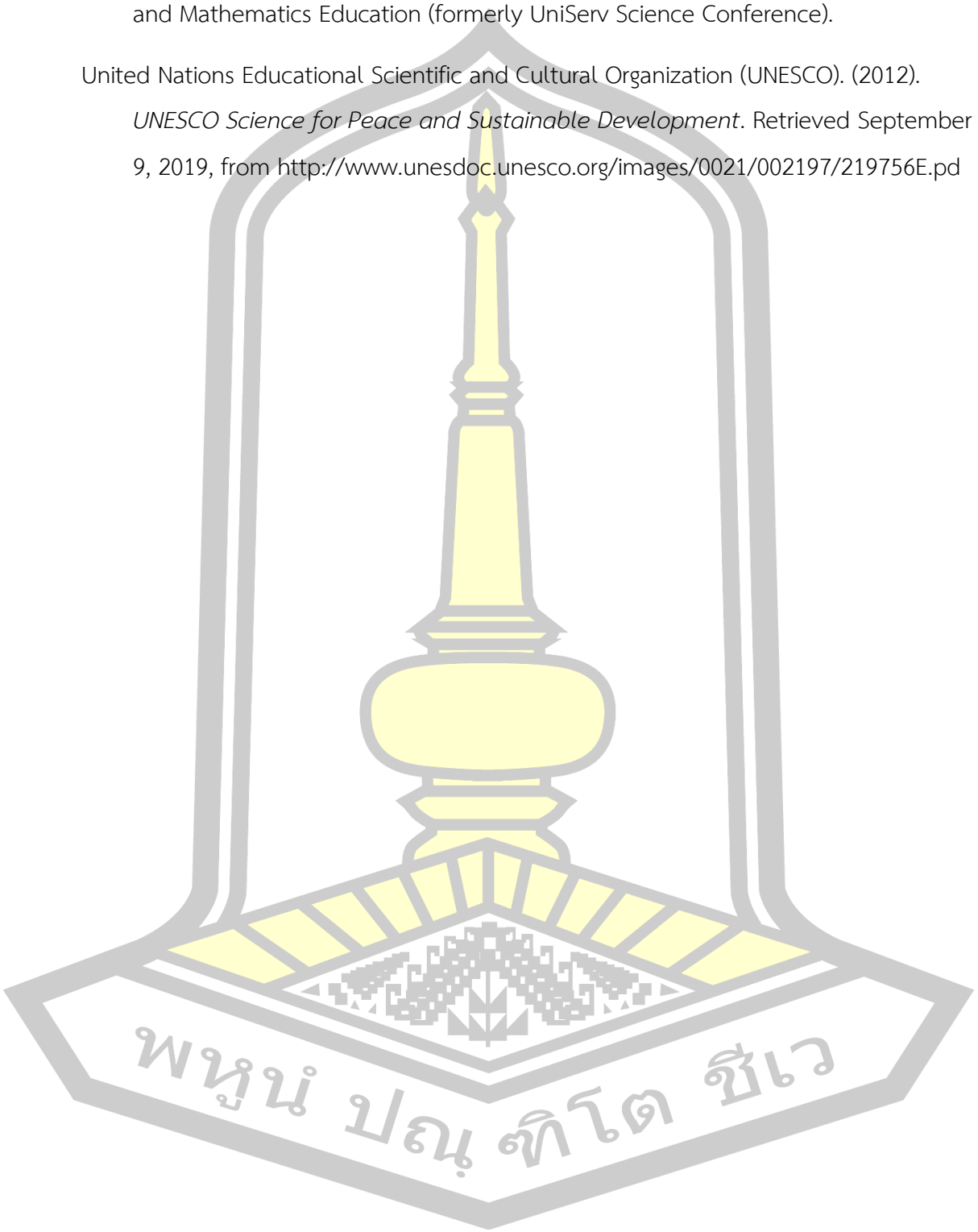
Sigelman, C. K., & Rider, E. A. (2014). *Life-span human development* (4th ed.). Boston: Cengage Learning.

Tajudin, N. M., & Chinnappan, M. (2015). *Exploring relationship between scientific reasoning skills and mathematics problem solving*. Retrieved September 9, 2019, from http://www.merga.net.au/documents/RP2015-68.pdf

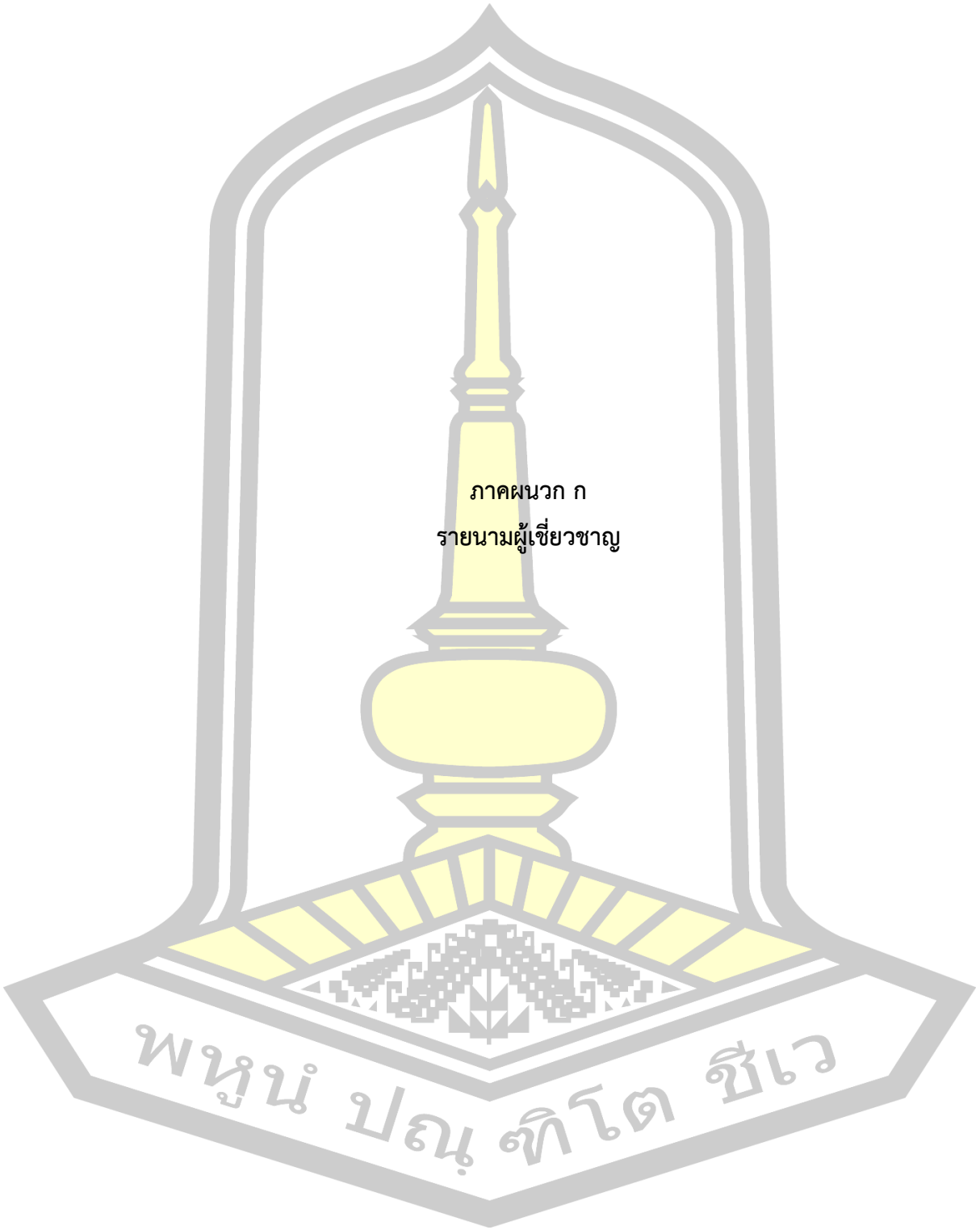
Treagust, D. F. (2012). *Dianostic assessment in science as a means to improving*

teaching, learning and retention. Sydney: The Australian Conference on Science and Mathematics Education (formerly UniServ Science Conference).

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2012). *UNESCO Science for Peace and Sustainable Development*. Retrieved September 9, 2019, from http://www.unesdoc.unesco.org/images/0021/002197/219756E.pd



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผศ. ดร.อรนุช ศรีสะอาด	วุฒิ ปร.ด. วิจัยและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ. ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ	วุฒิ ค.ด. การวัดและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชา วิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ. ดร.มนตรี วงษ์สะพาน	วุฒิ กศ.ด. การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
นางพุทธชาติ ปะกิคา	วุฒิ กศ.ม. วิทยาศาสตรศึกษา ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวาปีปทุม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมเขต 26
นางขนิษฐา เตชะนอก	วุฒิ ค.ม. หลักสูตรและการเรียนการสอน ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวาปีปทุม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมเขต 26
นางสาวอัมวิกา ทวยจันทร์	วุฒิ กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์ ตำแหน่ง ครูชำนาญการ โรงเรียนวาปีปทุม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมเขต 26

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว724 วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรนุช วราอัศปติ ศรีสะอาด

ด้วย นางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว724 วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ

ด้วย นางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว724 วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี วงษ์สะพาน

ด้วย นางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ อว 0605.5(2)/ว721

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางพุทธชาต ปะกิคา

ด้วย นางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0827804708

ที่ อว 0605.5(2)/ว721

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางชนิษฐา เตชะนอก

ด้วย นางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0827804708

ที่ อว 0605.5(2)/ว721

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวอัมวิกา ทวยจันทร์

ด้วย นางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0827804708

ที่ อว 0605.5(2)/722

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวาปีปทุม

ด้วย นางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานบนรนัย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

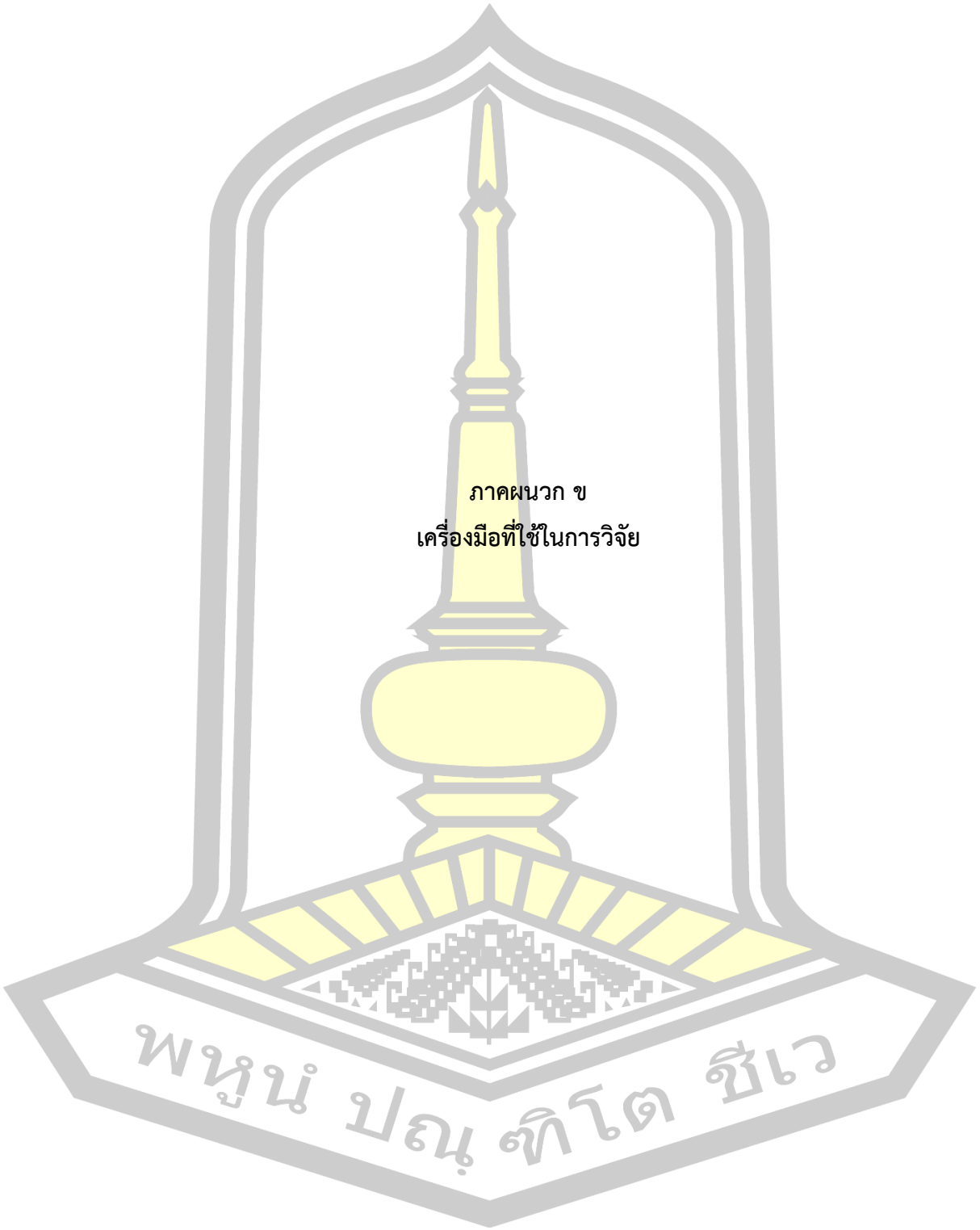
เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

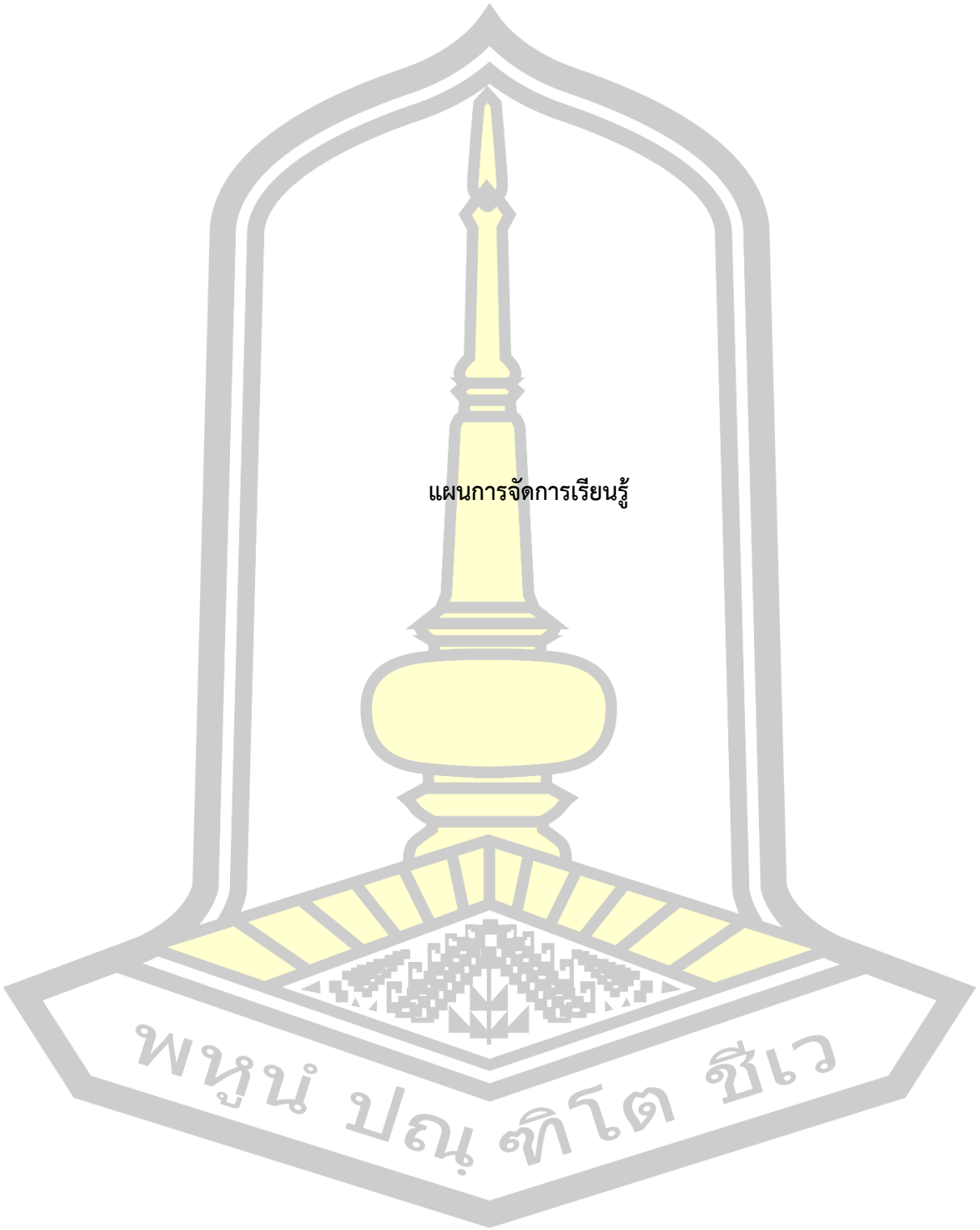
(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4374-3174
เบอร์โทรนิสิต 0827804708



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ ระบบหมุนเวียนเลือด **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**
เรื่อง การวัดชีพจร **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**
เวลาเรียน 1 ชั่วโมง **ภาคเรียนที่ 2/2562**

---

1. สาระชีววิทยา / ผลการเรียนรู้

เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์

2. สาระสำคัญ

การทำงานของหัวใจเพื่อสูบฉีดเลือดไปทั่วร่างกายเกิดจากการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจเป็นจังหวะ ซึ่งสามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้โดยตรงด้วยการฟังที่ใช้ สเตตโตสโคป (stethoscope) แนบที่อกบริเวณหัวใจ หรือวัดได้จากการหดตัวและคลายตัวของผนังหลอดเลือดอาร์เทอรีซึ่งเรียกว่า ชีพจร การวัดชีพจรวัดเป็นจำนวนครั้งต่อนาที โดยปกติมนุษย์มีอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 60-100 ครั้งต่อนาที และอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกัน การตรวจวัดชีพจรสามารถทำได้ได้ด้วยตนเองโดยการจับตามบริเวณต่าง ๆ ที่มีเส้นเลือดแดงอยู่ใกล้กับผิวหนัง เช่น ข้อมือ ข้อพับ และลำคอ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ (สำหรับงานวิจัยศึกษาเฉพาะด้านความรู้ ความเข้าใจ (K))

ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)

นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเต้นของชีพจรได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

นักเรียนสามารถออกแบบและปฏิบัติการทดลองได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม

4. สาระการเรียนรู้

การตรวจวัดชีพจรสามารถทำได้ได้ด้วยตนเองโดยการจับตามบริเวณต่าง ๆ ที่มีเส้นเลือดแดงอยู่ใกล้กับผิวหนัง เช่น ข้อมือ ข้อพับ และลำคอ ซึ่งมีวิธีการตรวจจับชีพจร ดังนี้

1) การวัดชีพจรที่ข้อมือ ทำได้โดยการยื่นมือข้างหนึ่งไปข้างหน้า งอศอกเล็กน้อย และหงายฝ่ามือขึ้น จากนั้นวางนิ้วชี้และนิ้วกลางของมืออีกข้างหนึ่งลงเพื่อจับชีพจรที่ข้อมือบริเวณโคนนิ้วโป้ง กดนิ้วชี้และนิ้วกลางลงบนผิวหนังเล็กน้อยจนกว่าจะรู้สึกถึงการเต้นของชีพจร หรือขยับตำแหน่งนิ้วทั้ง 2 เล็กน้อยจนกว่าจะจับชีพจรได้

2) การวัดชีพจรที่ข้อพับ ทำได้โดยยื่นมือข้างหนึ่งไปข้างหน้า และหงายฝ่ามือขึ้น จากนั้นวางนิ้วชี้และนิ้วกลางของมืออีกข้างหนึ่งลงบริเวณข้อพับเพื่อจับชีพจร กดนิ้วชี้และนิ้วกลางลงบนผิวหนังเล็กน้อยจนกว่าจะรู้สึกถึงการเต้นของชีพจร หรือขยับตำแหน่งนิ้วทั้ง 2 เล็กน้อยจนกว่าจะจับชีพจรได้

3) การวัดชีพจรที่ลำคอ ทำได้โดยการวางนิ้วชี้และนิ้วกลางลงบนลำคอบริเวณใต้กรามใกล้กับหลอดลม ซึ่งเป็นการจับชีพจรบริเวณเส้นเลือดแดงแคโรติดที่ไปเลี้ยงสมอง แต่จะสามารถวัดชีพจรได้ยากกว่าที่ข้อมือ โดยต้องไม่จับชีพจรที่คอพร้อมกันทั้งสองด้าน เพราะอาจทำให้หมดสติหรือเกิดอันตรายได้ และเมื่อรู้สึกถึงการเต้นของชีพจรจึงเริ่มนับอัตราการเต้นของชีพจรใน 1 นาที

5. กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย

ขั้นที่ 1 ขั้นการศึกษาสถานการณ์

1) ครูสร้างความสนใจให้แก่นักเรียนโดยใช้ภาพการใช้สเตตโตสโคปวัดอัตราการเต้นของหัวใจประกอบการสอน และนำสเตตโตสโคปมาให้นักเรียนศึกษา

2) นักเรียนในห้องเรียนร่วมกันตอบคำถาม โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าแต่ละบุคคลมีอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
- นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

3) นักเรียนศึกษาสำรวจวัสดุอุปกรณ์ที่ครูจัดเตรียมไว้ รวมทั้งสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้โดยศึกษาเป็นกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นการตั้งคำถาม

นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามเชิงหาสาเหตุเกี่ยวกับสถานการณ์หรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเพื่อใช้สำหรับเป็นแนวทางในการในการตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นการตั้งสมมติฐาน

นักเรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การปฏิบัติทดลองหรือการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่ออธิบายปัญหาหรือสถานการณ์นั้น ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นการออกแบบและปฏิบัติทดลอง

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและปฏิบัติการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต ตำราเรียน หนังสือความรู้ เป็นต้น เพื่อทดสอบสมมติฐาน

2) นักเรียนบันทึกผลที่ได้จากการศึกษา

3) นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการทดลอง และอภิปรายผลที่ได้จากการศึกษา โดยให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มคิดคนเดียว จากนั้นคิดและอภิปรายเป็นคู่ แล้วคิดและอภิปรายเป็นกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อมูลและผลการทดลอง โดยนักเรียนกลุ่มอื่นจดบันทึกข้อมูลและสังเกตผลที่เพื่อนแต่ละกลุ่มนำเสนอ

2) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเป็นกลุ่ม หลังจากเสร็จสิ้นการนำเสนอข้อมูลของนักเรียนทุกกลุ่ม โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- ผลที่ได้จากการทดลองหรือศึกษาค้นคว้า ของเพื่อนกลุ่มใดแตกต่างจากกลุ่มอื่นบ้าง เพราะเหตุใด
- ผลที่ได้จากการทดลองหรือศึกษาค้นคว้า เป็นไปตามสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร
- สาเหตุที่ทำให้เกิดผลการทดลองดังกล่าว คืออะไร

ขั้นที่ 6 ขั้นการรับรู้และทำความเข้าใจคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์

1) นักเรียนศึกษาคำศัพท์และความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม โดยครูอาจใช้สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เช่น วิดีทัศน์ หรือสื่ออื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ

2) นักเรียนนำความรู้หรือแบบแผนการให้เหตุผลที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ใหม่เพิ่มเติม

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือ	วิธีการวัด	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเต้นของชีพจรได้	ใบกิจกรรม	ตรวจคำตอบจากใบกิจกรรม	ระดับคะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์การประเมิน
นักเรียนสามารถออกแบบและปฏิบัติการทดลองได้	แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม	สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและประเมินผล	ระดับ 2 ผ่านเกณฑ์การประเมิน
นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรม	สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและประเมินผล	ระดับ 2 ผ่านเกณฑ์การประเมิน

7. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

- สื่อนำเสนอ (Power Point)

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

8. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

(นางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์)

...../...../.....

พหุน ปณ ฑิโต ชีว

แบบประเมินพฤติกรรม (ด้านทักษะพิสัย)

รายชื่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

รหัสวิชา ว 30243 **ชื่อวิชา** ชีววิทยา **จำนวน** 1.5 หน่วยกิต

<u>คำชี้แจง:</u> ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน โดยให้คะแนน 0-3 ลงในช่องรายการประเมิน

เลขที่	ชื่อ – สกุล	การออกแบบการทดลอง				การปฏิบัติการทดลอง				ผลการประเมิน	
		3	2	1	0	3	2	1	0	ผ่าน	ไม่ผ่าน

พหุน ปญ ศโต ชีว

แบบประเมินพฤติกรรม (ด้านจิตพิสัย)

รายชื่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

รหัสวิชา ว 30243 **ชื่อวิชา** ชีววิทยา **จำนวน** 1.5 หน่วยกิต

<u>คำชี้แจง:</u> ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน โดยให้คะแนน 0-3 ลงในช่องรายการประเมิน

เลขที่	ชื่อ – สกุล	การมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม				ผลการประเมิน	
		การแบ่งหน้าที่การทำงาน	ความรับผิดชอบ	การแสดงความคิดเห็น	การตอบคำถาม	ผ่าน	ไม่ผ่าน

พหุน ปณ ศิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะพิสัย

องค์ประกอบ	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
การออกแบบการทดลอง	นักเรียนสามารถกำหนดวิธีการขั้นตอนในการทดลอง และเลือกใช้วิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสม	นักเรียนกำหนดวิธีการ ขั้นตอนในการทดลองได้ไม่ถูกต้อง และเลือกใช้วิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสม	นักเรียนกำหนดวิธีการ ขั้นตอนในการทดลองได้ไม่ถูกต้อง และเลือกใช้วิธีการทดลองไม่เหมาะสม	นักเรียนไม่สนใจทำกิจกรรม
การปฏิบัติการทดลอง	นักเรียนสามารถทำการทดลองโดยปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องตามลำดับ	นักเรียนทำการทดลอง โดยข้ามลำดับขั้นตอนของวิธีการทดลอง	นักเรียนทำการทดลอง โดยไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้	นักเรียนไม่สนใจทำกิจกรรม

เกณฑ์การให้คะแนนด้านจิตพิสัย

องค์ประกอบ	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
การแบ่งหน้าที่การทำงาน	นักเรียนทุกคนในกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานอย่างชัดเจน และปฏิบัติตามที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียน 1-2 คนในกลุ่ม ไม่ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ตนเองได้รับมอบหมาย	นักเรียน 3-5 คนในกลุ่ม ไม่ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ตนเองได้รับมอบหมาย	นักเรียนไม่ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย
ความร่วมมือ	นักเรียนทุกคนในกลุ่ม ทำงานตามแผนงานและขั้นตอนที่วางไว้	นักเรียน 1-2 คนในกลุ่ม ไม่ทำงานตามแผนงานและขั้นตอนที่วางไว้	นักเรียน 3-5 คนในกลุ่ม ไม่ทำงานตามแผนงานและขั้นตอนที่วางไว้	นักเรียนไม่ทำงานตามแผนงานที่วางไว้

เกณฑ์การให้คะแนนด้านจิตพิสัย (ต่อ)

องค์ประกอบ	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
การแสดงความคิดเห็น	นักเรียนทุกคนในกลุ่มกล้าแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนในกลุ่มส่วนมากยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แต่สมาชิก 1 คน ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนในกลุ่มยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แต่สมาชิก 2 คน ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนในกลุ่มมากกว่า 3 คน ขึ้นไปไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
การตอบคำถาม	นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถามระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียน 1-2 คนในกลุ่มไม่สนใจในการตอบคำถามระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียน 3-5 คนในกลุ่มไม่สนใจในการตอบคำถามระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียนไม่สนใจทำกิจกรรม

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

คู่มือการทำปฏิบัติการ
เรื่อง การวัดชีพจร

จุดประสงค์

1. วางแผน ออกแบบการทดลอง และทดลอง เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเต้นของหัวใจกับการเปลี่ยนแปลงของชีพจร

2. จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ สรุป และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

วิธีการทำกิจกรรม

1. ออกแบบการทดลองและทดลองศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเต้นของหัวใจ เช่น เพศ อายุ น้ำหนักของร่างกาย และกิจกรรมที่ทำ

2. นำเสนอข้อมูลที่ได้ในชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายว่าปัจจัยต่าง ๆ มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจอย่างไร

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ ระบบหมุนเวียนเลือด **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**
เรื่อง ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**
เวลาเรียน 2 ชั่วโมง **ภาคเรียนที่ 2/2562**

---

1. สาระชีววิทยา / ผลการเรียนรู้

เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา

2. สาระสำคัญ

เซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์มี 2 ประเภท คือ เซลล์เม็ดเลือดแดงและเซลล์เม็ดเลือดขาว เซลล์เม็ดเลือดแดงมีลักษณะค่อนข้างกลม แบนตรงกลาง เว้าบริเวณกลางคล้ายโดนัท ไม่มีนิวเคลียส เมื่อเซลล์เม็ดเลือดแดงเจริญเต็มที่จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7-8 ไมโครเมตร หนาประมาณ 2 ไมโครเมตร ส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีนที่เรียกว่า ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) เป็นสารที่ทำให้เลือดมีสีแดง แหล่งสร้างเม็ดเลือดแดง คือ ไขกระดูก ซึ่งเซลล์เม็ดเลือดแดงมีอายุประมาณ 110-120 วัน หลังจากนั้นจะถูกส่งไปทำลายที่ตับและม้าม ส่วนเซลล์เม็ดเลือดขาว เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส ไม่มีฮีโมโกลบิน สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เม็ดเลือดขาวที่ไหลเวียนอยู่ในกระแสเลือดมีน้อยมากเมื่อเทียบกับเม็ดเลือดแดง เมื่อเจริญเต็มที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8-20 ไมโครเมตร อายุประมาณ 2-3 วัน สร้างและเจริญที่ไขกระดูก แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีแกรนูล (granulocytes ; granular leucocyte) และ กลุ่มที่ไม่มีแกรนูล (agranulocytes ; non granular leucocyte) นอกจากนี้เลือดยังประกอบด้วยเพลตเลตหรือเกล็ดเลือด ซึ่งเป็นชิ้นส่วนของไซโทพลาซึมของเซลล์ชนิดหนึ่งในไขกระดูกที่หลุดเป็นชิ้น ๆ เข้าสู่หลอดเลือด เกล็ดเลือดมีขนาดเล็กมาก และมีรูปร่างที่ไม่แน่นอน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ (สำหรับงานวิจัยศึกษาเฉพาะด้านความรู้ ความเข้าใจ (K))

ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)

นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแต่ละชนิดได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

นักเรียนสามารถสังเกตและระบุรูปร่างลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแต่ละชนิดได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม

4. สาระการเรียนรู้

1) เซลล์เม็ดเลือดแดง มีลักษณะค่อนข้างกลม แบนตรงกลาง เว้าบริเวณกลางคล้ายโดนัท ไม่มีนิวเคลียส มีฮีโมโกลบินเป็นส่วนประกอบ มีสีแดง

2) เซลล์เม็ดเลือดขาว เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส ไม่มีฮีโมโกลบิน โดยทั่วไปจะมีรูปร่างกลม มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์เม็ดเลือดแดง และไม่มีสี

2.1) เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (Neutrophil)

ลักษณะ รูปร่าง : นิวเคลียสมีพู 2-4 พู มีแกรนูลย้อมติดสีทั้งม่วงและแดง

2.2) เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดแบโซฟิล (Basophil)

ลักษณะ รูปร่าง : มีแกรนูลย้อมติดสีน้ำเงินของสีย้อมที่เป็นด่าง

2.3) เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดอีโอซิโนฟิล (Eosinophil)

ลักษณะ รูปร่าง : มีนิวเคลียส 2 พู มีแกรนูลย้อมติดสีแดงของสีย้อมที่เป็นกรด

2.4) เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดมอนอไซต์ (Monocyte)

ลักษณะ รูปร่าง : มีขนาดใหญ่ที่สุด เมื่อเข้าสู่เนื้อเยื่อจะเป็นเซลล์ Macrophage ไม่มีแกรนูล

2.5) เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (Lymphocyte)

ลักษณะ รูปร่าง : มีขนาดเล็กที่สุด นิวเคลียสใหญ่เกือบเต็มเซลล์ ไม่มีแกรนูล

3) เพลตเลต หรือเกล็ดเลือด มีขนาดเล็กมาก มีรูปร่างที่ไม่แน่นอน

5. กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย

ขั้นที่ 1 ขั้นการศึกษาสถานการณ์

1) ครูสร้างความสนใจให้แก่นักเรียนโดยนำภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงและเซลล์เม็ดเลือดขาวมาใช้ประกอบการสอน

2) ครูถามคำถามจากภาพเซลล์เม็ดเลือดที่นักเรียนศึกษา โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- จากภาพเซลล์เม็ดเลือด (Blood) ข้างต้นประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดใดบ้าง และทราบได้อย่างไรว่าเป็นเซลล์เม็ดเลือดชนิดนั้น ๆ

3) นักเรียนศึกษาสำรวจวัสดุอุปกรณ์ที่ครูจัดเตรียมไว้ รวมทั้งสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้โดยศึกษาเป็นกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นการตั้งคำถาม

นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามเชิงหาสาเหตุเกี่ยวกับสถานการณ์หรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเพื่อใช้สำหรับเป็นแนวทางในการในการตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นการตั้งสมมติฐาน

นักเรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การปฏิบัติทดลองหรือการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่ออธิบายปัญหาหรือสถานการณ์นั้น ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นการออกแบบและปฏิบัติทดลอง

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและปฏิบัติการทดลอง หรือทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต ตำราเรียน หนังสือความรู้ เป็นต้น เพื่อทดสอบสมมติฐาน

2) นักเรียนบันทึกผลที่ได้จากการศึกษา

3) นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการศึกษา และอภิปรายผลที่ได้จากการศึกษา โดยให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มคิดคนเดียว จากนั้นคิดและอภิปรายเป็นคู่ แล้วคิดและอภิปรายเป็นกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อมูลและผลการทดลอง โดยนักเรียนกลุ่มอื่นจดบันทึกข้อมูลและสังเกตผลที่เพื่อนแต่ละกลุ่มนำเสนอ

2) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเป็นกลุ่ม หลังจากเสร็จสิ้นการนำเสนอข้อมูลของนักเรียนทุกกลุ่ม โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- ผลที่ได้จากการทดลองหรือศึกษาค้นคว้า ของเพื่อนกลุ่มใดแตกต่างจากกลุ่มอื่นบ้าง เพราะเหตุใด

- ผลที่ได้จากการทดลองหรือศึกษาค้นคว้า เป็นไปตามสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร

- สาเหตุที่ทำให้เกิดผลการทดลองดังกล่าว คืออะไร

ขั้นที่ 6 ขั้นการรับรู้และทำความเข้าใจคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์

1) นักเรียนศึกษาคำศัพท์และความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม โดยครูอาจใช้สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เช่น วิดีทัศน์ หรือสื่ออื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ

2) นักเรียนนำความรู้หรือแบบแผนการให้เหตุผลที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ใหม่เพิ่มเติม

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือ	วิธีการวัด	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแต่ละชนิดได้	ใบกิจกรรม	ตรวจคำตอบจากแบบบันทึกผลการศึกษา	ระดับคะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์การประเมิน
นักเรียนสามารถสังเกตและระบุรูปร่างลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแต่ละชนิดได้	แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม	สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและประเมินผล	ระดับ 2 ผ่านเกณฑ์การประเมิน
นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรม	สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและประเมินผล	ระดับ 2 ผ่านเกณฑ์การประเมิน

7. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

- สื่อนำเสนอ (Power Point)

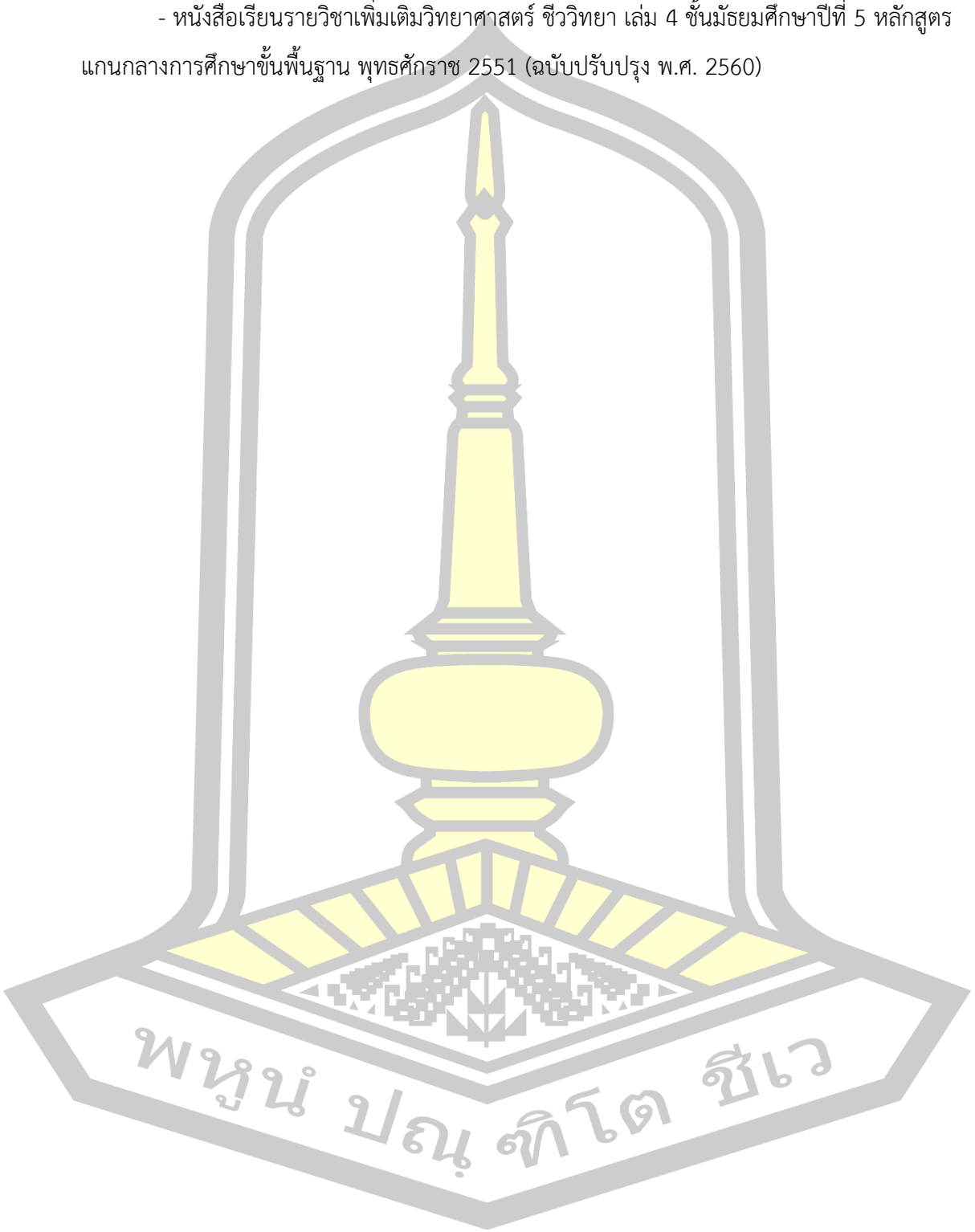
- รูปภาพตัวอย่างของเซลล์เม็ดเลือด

- ตัวอย่างสไลด์ถาวรของเซลล์เม็ดเลือดประจำห้องปฏิบัติการชีววิทยาที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้สำหรับการศึกษาค้นคว้าข้อมูล

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

8. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)



9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

(นางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์)

...../...../.....

พหุน ปณ ฑิโต ชีว

แบบประเมินพฤติกรรม (ด้านทักษะพิสัย)

รายชื่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

รหัสวิชา ว 30243 **ชื่อวิชา** ชีววิทยา **จำนวน** 1.5 หน่วยกิต

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน โดยให้คะแนน 0-3 ลงในช่องรายการประเมิน

เลขที่	ชื่อ – สกุล	การสังเกต				ผลการประเมิน	
		3	2	1	0	ผ่าน	ไม่ผ่าน

พหุนํ ปณฺฑิโต ชีเว

แบบประเมินพฤติกรรม (ด้านจิตพิสัย)

รายชื่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

รหัสวิชา ว 30243 **ชื่อวิชา** ชีววิทยา **จำนวน** 1.5 หน่วยกิต

<u>คำชี้แจง:</u> ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน โดยให้คะแนน 0-3 ลงในช่องรายการประเมิน

เลขที่	ชื่อ – สกุล	การมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม				ผลการประเมิน	
		การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน	ความรับผิดชอบ	การแสดงความคิดเห็น	การตอบคำถาม	ผ่าน	ไม่ผ่าน

พหุน ปญ ศิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะพิสัย

องค์ประกอบ	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
การสังเกต	นักเรียนสามารถสังเกตและระบุสิ่งที่ได้จากการศึกษาโดยบันทึกข้อมูลตามจริงไม่ใช้ความรู้สึกตนเอง	นักเรียนสังเกตและระบุสิ่งที่ได้จากการศึกษา โดยบันทึกข้อมูลตามความรู้สึกตนเองบางส่วน	นักเรียนสังเกตและระบุสิ่งที่ได้จากการศึกษาโดยบันทึกข้อมูลตามความรู้สึกตนเองทั้งหมด	นักเรียนไม่สนใจทำกิจกรรม

เกณฑ์การให้คะแนนด้านจิตพิสัย

องค์ประกอบ	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
การแบ่งหน้าที่การทำงาน	นักเรียนทุกคนในกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานอย่างชัดเจน และปฏิบัติตามที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียน 1-2 คนในกลุ่ม ไม่ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ตนเองได้รับมอบหมาย	นักเรียน 3-5 คนในกลุ่ม ไม่ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ตนเองได้รับมอบหมาย	นักเรียนไม่ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย
ความร่วมมือ	นักเรียนทุกคนในกลุ่ม ทำงานตามแผนงานและขั้นตอนที่วางไว้	นักเรียน 1-2 คนในกลุ่ม ไม่ทำงานตามแผนงานและขั้นตอนที่วางไว้	นักเรียน 3-5 คนในกลุ่ม ไม่ทำงานตามแผนงานและขั้นตอนที่วางไว้	นักเรียนไม่ทำงานตามแผนงานที่วางไว้
การแสดงความคิดเห็น	นักเรียนทุกคนในกลุ่มกล้าแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนในกลุ่มส่วนมากยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แต่สมาชิก 1 คน ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนในกลุ่มยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แต่สมาชิก 2 คน ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนในกลุ่มมากกว่า 3 คนขึ้นไปไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

เกณฑ์การให้คะแนนด้านจิตพิสัย (ต่อ)

องค์ประกอบ	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
การตอบคำถาม	นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถามระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียน 1-2 คนในกลุ่มไม่สนใจในการตอบคำถามระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียน 3-5 คนในกลุ่มไม่สนใจในการตอบคำถามระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียนไม่สนใจทำกิจกรรม

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

คู่มือการทำปฏิบัติการ
เรื่อง เซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์

จุดประสงค์

สืบค้นข้อมูล เปรียบเทียบรูปร่างลักษณะ และปริมาณของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาวและเพลตเลต

วัสดุและอุปกรณ์

1. สไลด์ถาวรเซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์
2. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ

วิธีการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนศึกษาเซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์
2. บันทึกผลการสังเกตโดยวาดภาพเซลล์เม็ดเลือดที่พบ และอธิบายลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดที่เห็น

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบบันทึกผลการศึกษา

เรื่อง ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดของมนุษย์

ชื่อ..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....
ชื่อ..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....
ชื่อ..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....
ชื่อ..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....
ชื่อ..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....

บันทึกผลการทดลอง

<u>ตอนที่ 1</u>

ให้นักเรียนศึกษารูปร่างลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดจากกล้องจุลทรรศน์ แล้วบันทึกผลจากการสังเกต โดยวาดภาพเซลล์เม็ดเลือดที่สังเกตได้ และอธิบายลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดนั้น ๆ

ภาพเซลล์เม็ดเลือด	ลักษณะที่พบ
1)	....
2)	....
3)	....
4)	....

ภาพเซลล์เม็ดเลือด	ลักษณะที่พบ
5)	....
6)	....
7)	....

ตอนที่ 2

1. ให้นักเรียนเปรียบเทียบรูปร่างลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดงและเซลล์เม็ดเลือดขาว

.....
.....
.....
.....
.....

2. ให้นักเรียนระบุชนิดของเซลล์เม็ดเลือดที่นักเรียนพบ

หมายเลข 1) คือ .....
หมายเลข 2) คือ .....
หมายเลข 3) คือ .....
หมายเลข 4) คือ .....
หมายเลข 5) คือ .....
หมายเลข 6) คือ .....
หมายเลข 7) คือ .....

แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ ระบบหมุนเวียนเลือด **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**
เรื่อง หมู่เลือดและการให้เลือด **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**
เวลาเรียน 1 ชั่วโมง **ภาคเรียนที่ 2/2562**

---

1. สาระชีววิทยา / ผลการเรียนรู้

เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือด ในระบบ ABO และระบบ Rh

2. สาระสำคัญ

หมู่เลือด (Blood group หรือ Blood type) คือ ตัวบ่งบอกความแตกต่างของเลือด ซึ่งสามารถทราบได้จากการเจาะเลือด โดยดูจากสารที่มีชื่อว่า “แอนติเจน” (Antigens) เป็นสำคัญ การทราบกรุ๊ปเลือดของตัวเองถือเป็นเรื่องสำคัญที่ทุกคนควรรู้ เนื่องจากจะช่วยให้แพทย์ให้ความช่วยเหลือได้อย่างทันทีเมื่อมีเหตุฉุกเฉินหรือเหตุการณ์ไม่คาดฝันที่ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายเลือด (Blood Transfusion) โดยความแตกต่างของเลือดที่นำมาระบุกรุ๊ปเลือดจะดูจากสาร 2 ชนิด คือ แอนติเจน (Antigens) และแอนติบอดี (Antibodies) ในเลือด โดยแอนติเจนนั้นคือโมเลกุลของโปรตีนที่พบอยู่ผิวบริเวณด้านนอกของเซลล์เม็ดเลือดแดง ส่วนแอนติบอดีจะมีอยู่ในพลาสมาหรือน้ำเลือด

ความแตกต่างกันของแอนติเจนในเลือดทำให้ผู้ที่มีความแตกต่างกันของกรุ๊ปเลือดบางกรุ๊ปจะไม่สามารถรับเลือดของกรุ๊ปอื่นได้ แต่บางกรุ๊ปก็สามารถรับเลือดของกรุ๊ปเลือดอื่นได้ โดยผู้ที่มีกรุ๊ปเลือดในแต่ละกรุ๊ปหากมีความจำเป็นต้องได้รับเลือด แพทย์จะพิจารณาให้เลือดที่ตรงกับกรุ๊ปเลือดของผู้ป่วยก่อนเป็นอันดับแรก ยกเว้นในกรณีฉุกเฉินหรือไม่สามารถหาเลือดที่ตรงกับผู้ป่วยได้ แพทย์จะใช้หลักการให้เลือดที่เมื่อให้เข้าไปในร่างกายของผู้ป่วยแล้ว เม็ดเลือดแดงจะต้องไม่มีแอนติเจน (สารก่อภูมิต้านทาน) ที่ตรงกับแอนติบอดี (สารภูมิต้านทาน) ที่ผู้ป่วยมี

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ (สำหรับงานวิจัยศึกษาเฉพาะด้านความรู้ ความเข้าใจ (K))

ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)

นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการให้เลือดได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม

4. สาระการเรียนรู้

ในปัจจุบันมีระบบกรุ๊ปเลือดอยู่ 32 ระบบ แต่ระบบที่มีความสำคัญจะมีอยู่ 2 ระบบใหญ่ ๆ ได้แก่

1) กรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอ (ABO system หรือ ABO blood group system) เป็นระบบที่นิยมใช้กันมากและสำคัญที่สุด โดยจะกำหนดกรุ๊ปเลือดได้จากการตรวจหาชนิดของแอนติเจน (สารก่อภูมิต้านทาน) และแอนติบอดี (สารภูมิต้านทาน) จากเลือด ซึ่งจะแบ่งกรุ๊ปเลือดออกเป็น 4 กรุ๊ป คือ

- กรุ๊ปเลือด A คือ กรุ๊ปเลือดที่มีแอนติเจนชนิดเอ (A Antigens) ที่เซลล์เม็ดเลือดแดง และมีสารแอนติบอดีชนิดแอนติ-บี (Anti-B) ในพลาสมา ในคนไทยพบกรุ๊ปเลือดนี้ประมาณ 22%
- กรุ๊ปเลือด B คือ กรุ๊ปเลือดที่มีแอนติเจนชนิดบี (B Antigens) ที่เซลล์เม็ดเลือดแดง และมีสารแอนติบอดีชนิดแอนติ-เอ (Anti-A) ในพลาสมา ในคนไทยพบกรุ๊ปเลือดนี้ประมาณ 33%
- กรุ๊ปเลือด O คือ กรุ๊ปเลือดที่ไม่มีแอนติเจนที่เซลล์เม็ดเลือดแดง แต่มีแอนติบอดีทั้งชนิดแอนติ-เอ (Anti-A) และชนิดแอนติ-บี (Anti-B) ในพลาสมา ในคนไทยพบกรุ๊ปเลือดนี้ได้มากที่สุดประมาณ 22%
- กรุ๊ปเลือด AB คือ กรุ๊ปเลือดที่มีแอนติเจนทั้งชนิดเอ (A Antigens) และชนิดบี (B Antigens) ที่เซลล์เม็ดเลือดแดง แต่ไม่มีแอนติบอดีชนิดแอนติ-เอ (Anti-A) และชนิดแอนติ-บี (Anti-B) ในพลาสมา ในคนไทยพบกรุ๊ปเลือดนี้ได้น้อยที่สุดประมาณ 8%

2) กรุ๊ปเลือดระบบอาร์เอช หรือรีซัส (Rh system หรือ Rh (Rhesus) blood group system) เป็นระบบกรุ๊ปเลือดสำคัญรองจากระบบเอบีโอ โดยมีแอนติเจนตัวสำคัญที่เป็นตัวบ่งบอกชนิดของกรุ๊ปเลือดระบบอาร์เอชคือ แอนติเจนชนิดดีใหญ่ (D) ซึ่งจะแบ่งออกได้เป็น 2 กรุ๊ป (เมื่อเอ่ยถึงอาร์เอชบวกหรืออาร์เอชลบนั้นจะหมายถึงเฉพาะแอนติเจนชนิดดีใหญ่) ได้แก่

- กรุ๊ปเลือดอาร์เอชบวก (Rh+ หรือ Rh Positive) ผู้ที่มีกรุ๊ปเลือดดังกล่าวจะมีแอนติเจน-ดีใหญ่ (Antigen-D) อยู่ที่ผิวของเซลล์เม็ดเลือดแดง สามารถรับเลือดได้ทั้งชนิดอาร์เอชบวก (Rh+) และอาร์เอชลบ (Rh-) ซึ่งในคนไทยส่วนใหญ่จะมีกรุ๊ปเลือดอาร์เอช (D) บวกนี้ประมาณ 99.7%
- กรุ๊ปเลือดอาร์เอชลบ (Rh- หรือ Rh Negative) ผู้ที่มีกรุ๊ปเลือดนี้จะไม่มีแอนติเจน-ดีใหญ่ (Antigen-D) อยู่ที่ผิวของเซลล์เม็ดเลือดแดง สามารถรับเลือดได้แค่เพียงชนิดอาร์เอชลบ (Rh-)

เท่านั้น และในคนไทยพบผู้ที่มีเลือดนี้เพียง 0.3% ซึ่งเราเรียกว่าเป็น “กรุ๊ปเลือดหายาก” หรือ “กรุ๊ปเลือดพิเศษ”

5. กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย

ขั้นที่ 1 ขั้นการศึกษาสถานการณ์

1) ครูสร้างความสนใจให้แก่นักเรียนโดยให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับหมู่เลือดแต่ละหมู่ รวมทั้งการให้เลือดและการรับเลือด

2) นักเรียนตอบคำถาม โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าหมู่เลือดแต่ละหมู่สามารถให้เลือดแก่ผู้รับเลือดได้ทุกหมู่หรือ ไม่อย่างไร
- หมู่เลือดที่นักเรียนรู้จักมีหมู่เลือดใดบ้าง

3) นักเรียนศึกษาสำรวจวัสดุอุปกรณ์ที่ครูจัดเตรียมไว้ รวมทั้งสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้โดยศึกษาเป็นกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นการตั้งคำถาม

นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามเชิงหาสาเหตุเกี่ยวกับสถานการณ์หรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเพื่อใช้สำหรับเป็นแนวทางในการในการตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นการตั้งสมมติฐาน

นักเรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การปฏิบัติทดลองหรือการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่ออธิบายปัญหาหรือสถานการณ์นั้น ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นการออกแบบและปฏิบัติทดลอง

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและปฏิบัติการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต ตำราเรียน หนังสือความรู้ เป็นต้น เพื่อทดสอบสมมติฐาน

2) นักเรียนบันทึกผลที่ได้จากการศึกษา

3) นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการทดลอง และอภิปรายผลที่ได้จากการศึกษา โดยให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มคิดคนเดียว จากนั้นคิดและอภิปรายเป็นคู่ แล้วคิดและอภิปรายเป็นกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อมูลและผลการทดลอง โดยนักเรียนกลุ่มอื่นจดบันทึกข้อมูลและสังเกตผลที่เพื่อนแต่ละกลุ่มนำเสนอ

2) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเป็นกลุ่ม หลังจากเสร็จสิ้นการนำเสนอข้อมูลของนักเรียนทุกกลุ่ม โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- ผลที่ได้จากการทดลองหรือศึกษาค้นคว้า ของเพื่อนกลุ่มใดแตกต่างจากกลุ่มอื่นบ้าง เพราะเหตุใด
- ผลที่ได้จากการทดลองหรือศึกษาค้นคว้า เป็นไปตามสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร
- สาเหตุที่ทำให้เกิดผลการทดลองดังกล่าว คืออะไร

ขั้นที่ 6 ขั้นการรับรู้และทำความเข้าใจคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์

1) นักเรียนศึกษาคำศัพท์และความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม โดยครูอาจใช้สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เช่น วิดีทัศน์ หรือสื่ออื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ

2) นักเรียนนำความรู้หรือแบบแผนการให้เหตุผลที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ใหม่เพิ่มเติม

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือ	วิธีการวัด	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการให้เลือดได้	ใบกิจกรรม	ตรวจคำตอบจากแบบบันทึกผลการทดลอง	ระดับคะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์การประเมิน
นักเรียนสามารถจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลได้	แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม	สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและประเมินผล	ระดับ 2 ผ่านเกณฑ์การประเมิน
นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรม	สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและประเมินผล	ระดับ 2 ผ่านเกณฑ์การประเมิน

7. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

- สื่อนำเสนอ (Power Point)

- แอนิเมชัน เรื่อง หมู่เลือดระบบ ABO ที่มา: https://www.scimath.org/resources/9203-1/antigenABO.html

- แอนิเมชัน เรื่อง หมู่เลือดระบบ Rh ที่มา: https://www.scimath.org/resources/9203-2/antigenRh.html

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

8. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

(นางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์)

...../...../.....

พหุน ปณ ฑิโต ชีว

แบบประเมินพฤติกรรม (ด้านทักษะพิสัย)

รายชื่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

รหัสวิชา ว 30243 **ชื่อวิชา** ชีววิทยา **จำนวน** 1.5 หน่วยกิต

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน โดยให้คะแนน 0-3 ลงในช่องรายการประเมิน

เลขที่	ชื่อ – สกุล	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				ผลการประเมิน	
		3	2	1	0	ผ่าน	ไม่ผ่าน

แบบประเมินพฤติกรรม (ด้านจิตพิสัย)

รายชื่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

รหัสวิชา ว 30243 **ชื่อวิชา** ชีววิทยา **จำนวน** 1.5 หน่วยกิต

<u>คำชี้แจง:</u> ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน โดยให้คะแนน 0-3 ลงในช่องรายการประเมิน

เลขที่	ชื่อ – สกุล	การมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม				ผลการประเมิน	
		การแบ่งหน้าที่การทำงาน	ความรับผิดชอบ	การแสดงความคิดเห็น	การตอบคำถาม	ผ่าน	ไม่ผ่าน

พหุน ปณ ศิโต ชีว

เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะพิสัย

องค์ประกอบ	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
การสื่อความหมายข้อมูล	นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ให้สามารถเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น โดยสื่อข้อมูลออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น	นักเรียนจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ให้สามารถเข้าใจได้บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ให้สามารถเข้าใจได้	นักเรียนไม่สนใจทำกิจกรรม
รูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล	นักเรียนสามารถเลือกรูปแบบในการจัดทำนำเสนอได้เหมาะสมกับข้อมูลทุกส่วน	นักเรียนเลือกรูปแบบในการจัดทำนำเสนอได้เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้เป็นบางส่วน	นักเรียนเลือกรูปแบบในการจัดทำนำเสนอได้ไม่เหมาะสมกับข้อมูล	นักเรียนไม่สนใจทำกิจกรรม

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนด้านจิตพิสัย

องค์ประกอบ	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
การแบ่งหน้าที่การทำงาน	นักเรียนทุกคนในกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานอย่างชัดเจน และปฏิบัติตามที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียน 1-2 คนในกลุ่ม ไม่ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ตนเองได้รับมอบหมาย	นักเรียน 3-5 คนในกลุ่ม ไม่ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ตนเองได้รับมอบหมาย	นักเรียนไม่ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย
ความร่วมมือ	นักเรียนทุกคนในกลุ่ม ทำงานตามแผนงานและขั้นตอนที่วางไว้	นักเรียน 1-2 คนในกลุ่ม ไม่ทำงานตามแผนงานและขั้นตอนที่วางไว้	นักเรียน 3-5 คนในกลุ่ม ไม่ทำงานตามแผนงานและขั้นตอนที่วางไว้	นักเรียนไม่ทำงานตามแผนงานที่วางไว้
การแสดงความคิดเห็น	นักเรียนทุกคนในกลุ่มกล้าแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนในกลุ่มส่วนมากยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แต่สมาชิก 1 คน ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนในกลุ่มยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แต่สมาชิก 2 คน ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนในกลุ่มมากกว่า 3 คนขึ้นไปไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
การตอบคำถาม	นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถามระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียน 1-2 คนในกลุ่มไม่สนใจในการตอบคำถามระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียน 3-5 คนในกลุ่มไม่สนใจในการตอบคำถามระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียนไม่สนใจทำกิจกรรม

คู่มือการทำปฏิบัติการ
เรื่อง หมู่เลือดและการให้เลือด

วัสดุและอุปกรณ์

1. น้ำสี จำนวน 4 สี ซึ่งแบ่งแต่ละสีตามหมู่เลือดทั้ง 4 หมู่
2. แก้วพลาสติกขนาดเล็ก สำหรับใส่น้ำสี
3. หลอดฉีดยา
4. กระดาษ A4

วิธีการทำกิจกรรม

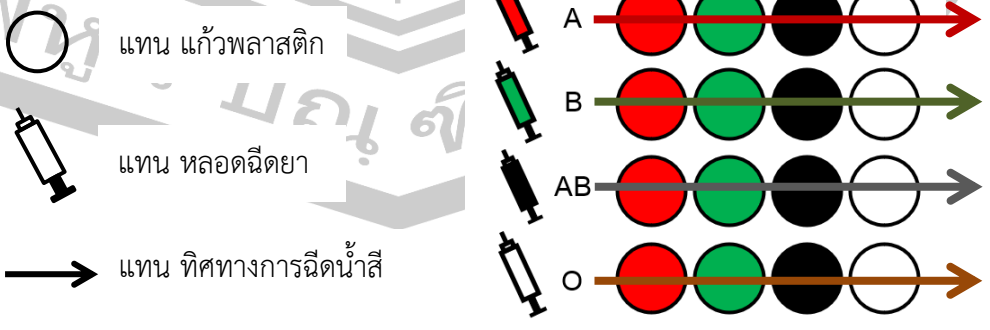
1. นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับแก้วพลาสติกที่บรรจุน้ำสี กลุ่มละ 4 ชุด โดยกำหนดให้น้ำสีแต่ละสี แทนหมู่เลือดต่าง ๆ ดังนี้

- แก้วที่บรรจุน้ำสีแดง แทนหมู่เลือด A
- แก้วที่บรรจุน้ำสีเขียว แทนหมู่เลือด B
- แก้วที่บรรจุน้ำสีดำ แทนหมู่เลือด AB
- แก้วที่บรรจุของเหลวใสไม่มีสี แทนหมู่เลือด O

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับหลอดฉีดยาที่บรรจุน้ำสี จำนวนกลุ่มละ 4 หลอด โดยกำหนดให้น้ำสีแต่ละสี แทนหมู่เลือดต่าง ๆ ดังนี้

- หลอดฉีดยาที่บรรจุน้ำสีแดง แทนหมู่เลือด A
- หลอดฉีดยาที่บรรจุน้ำสีเขียว แทนหมู่เลือด B
- หลอดฉีดยาที่บรรจุน้ำสีดำ แทนหมู่เลือด AB
- หลอดฉีดยาที่บรรจุของเหลวใสไม่มีสี แทนหมู่เลือด O

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแทนหลอดฉีดยา เป็น ผู้ให้เลือด และแทนแก้วพลาสติก เป็น ผู้รับเลือด จากนั้นจัดเรียงแก้วพลาสติก ตามภาพ



4. ให้นักเรียนนำหลอดฉีดยาที่บรรจุของเหลวแต่ละสีฉีดลงไปในแก้วพลาสติก ตามลูกศรที่กำหนดไว้ จากนั้นสังเกตสีของน้ำในแก้วพลาสติกที่เกิดขึ้น โดยกำหนดให้หลอดฉีดยา 1 หลอด ฉีดน้ำสีในแก้วพลาสติก 1 ชุด (แก้วพลาสติก 4 แก้ว เรียงตามแนวนอน) หากของเหลวในแก้วพลาสติกมีการเปลี่ยนสี แสดงว่าผู้ให้ไม่สามารถให้เลือด และผู้รับไม่สามารถรับเลือดจากเลือดจากหมู่เลือดของผู้ให้ได้ จากนั้นบันทึกผลการทดลอง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบบันทึกผลการทดลอง

เรื่อง หมู่เลือดและการให้เลือด

ชื่อ..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....
ชื่อ..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....
ชื่อ..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....
ชื่อ..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....
ชื่อ..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....
ชื่อ..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....

บันทึกผลการทดลอง

<u>ตอนที่ 1</u>

ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยระบุสีของน้ำสีในแก้วพลาสติกที่เกิดขึ้น

หมู่เลือดของผู้รับเลือด / **หมู่เลือดของผู้ให้เลือด**	A	B	AB	O
A				
B				
AB				
O				

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ ระบบหมุนเวียนเลือด **รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **ภาคเรียนที่ 2/2562**

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. แบบวัดนี้เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล และเลขที่ลงในข้อสอบ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

คำถามข้อที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข่าว/บทความที่กำหนดให้จากนั้นตอบคำถาม

เลือดเปลี่ยนเป็นสีชมพู ทำสาวผวาหนัก! หมอเผยสาเหตุแล้ว

เป็นเรื่องปกติไปแล้ว ที่สาว ๆ หนุ่ม ๆ จะหาตัวช่วยทำให้บุคลิกดี และรูปร่างหน้าตาสวยงาม หลายคนเลือกวิธีลัดในการใช้ ยา อาหารเสริม เพื่อจะทำให้ผอม ขาว ใส กันเป็นเรื่องปกติ แต่บางครั้งก็นำมาซึ่งอันตราย โดยเฉพาะการเลือกอาหารเสริมที่ไม่ได้คุณภาพ หรือ แม้แต่อาหารเสริมที่ได้คุณภาพ หากบริโภคจนเกินความจำเป็น หรือ มากเกินไป ก็ส่งผลเสียได้

ก่อนเพจ The FOOL DOG เผยแพร่ภาพหลอดเลือด ซึ่งมีลักษณะของเลือดเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีชมพู-ขาว พร้อมกับระบุว่า “เตือนภัยสาวๆ สำหรับคนที่กำลังกินอาหารเสริม ยาลดความอ้วน ยาขาวต่าง ๆ บลาๆ คนไข้คนนี้มาด้วยอาการ เหนื่อย หายใจหอบ บ่นหิวน้ำตลอดเวลา ปากแห้ง” *“วันนั้นขึ้นเวรพอดี เจาะเลือดออกมา เลือดเป็นสีส้มๆ ข้นๆคล้ายๆแป้ง พอวางเลือดทิ้งไว้สักพัก ก็เป็นอย่างที่เห็น เลือดเป็นสีขาวขุ่นๆ แยกเป็นชั้น ๆ ซึ่งแน่นอนว่าคนปกติไม่เป็นแบบนี้แน่ห้องตรวจเลือดใน รพ. เล็ก ๆ ไม่สามารถตรวจได้ อ่านค่าไม่ได้ ต้องส่งไป รพ.ที่ใหญ่ๆ”*

“ด้วยความสงสัย เลยถามคนไข้ว่าเคยกินยาขาว ยาผอมไหม และก็ได้คำตอบว่า กินมานานร่วม 2 ปี หลายยี่ห้อ ปะปนกันไป วันนั้นสุดท้ายแล้วคนไข้ต้องรีเฟอไป รพ.ที่ใหญ่กว่า พอไปถึงหายใจเหนื่อยหอบมากกว่าเดิม หายใจเองไม่ได้ สุดท้ายใส่ท่อช่วยหายใจส่งเข้า ICU เพื่อรักษาต่อ น่าสงสารมาก ความตายผ่อนส่ง”

ล่าสุด พ.ต.ท.กฤติชาติ กำจรปรีชา นายแพทย์ (สบ 3) โลหิตแพทย์ โรงพยาบาลตำรวจ เผยถึงเรื่องนี้ว่า เลือดของเราทุกคนเมื่อนำไปผ่านกระบวนการปั่นแยก เพื่อให้เกิดการตกตะกอน เราสามารถเห็นการแยกตัวของส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเลือดออกเป็น 3 ชั้นได้แก่ 1. ชั้นเม็ดเลือดแดง (มีสีแดง) 2.ชั้นเม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือด (มีสีขาว) 3. ชั้นน้ำเหลืองหรือชั้นของน้ำเลือด (มีสีเหลือง) ซึ่งภายในเม็ดเลือดแดงนั้น มีรงควัตถุสีแดง (สารสีแดง) ที่ชื่อว่าฮีโมโกลบิน จึงเป็นเหตุให้เราเรียกเซลล์เหล่านี้ว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงนั่นเอง

โดยปกติในกระบวนการเจาะเลือดเพื่อส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ จะทำการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำ ซึ่งลักษณะเลือดที่ได้นั้นจะเป็นสีแดงเข้ม ดูคล้ำ จนบางครั้งอาจดูคล้ายสีดำ จึงเป็นที่มาของชื่อเส้นเลือดดำ ดังนั้นการที่เราจะเห็นสีของเลือดผิดปกติไปจากเลือดที่เจาะโดยตรงจากเส้นเลือดดำนั้น เราจะสังเกตได้เมื่อผ่านกระบวนการปั่นเลือด ซึ่งแยกเป็น 3 สีดังที่กล่าวมาแล้ว กรณีที่มีชั้นเม็ดเลือดแดงน้อย เราเรียกกรณีนี้ว่าภาวะโลหิตจาง และในทางตรงกันข้ามกรณีที่มีชั้นเม็ดเลือดแดงมากกว่าปกติเราเรียกว่าภาวะเลือดข้น

สำหรับในส่วนของชั้นเม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือด หากมีปริมาณเม็ดเลือดขาวมากผิดปกติ เราจะเห็นชั้นเม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือดมีปริมาณมาก ซึ่งอาจพบได้ในผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาว ส่วนชั้นน้ำเหลืองหรือชั้นของน้ำเลือดนั้น อาจมีสีผิดปกติไปจากเดิม ซึ่งมีสีเหลืองได้ในหลายกรณีเช่น เป็นสีขาวคล้ายนมในผู้ป่วยที่มีไขมันในเลือดสูง เป็นสีแดงในผู้ป่วยที่มีภาวะเม็ดเลือดแดงแตก เป็นต้น

ดังนั้นในบางกรณีเช่น ผู้ป่วยมีไขมันในเลือดในระดับสูงมาก เราอาจจะเห็นชั้นสีขาวคล้ายนมปริมาณมาก (ซึ่งอยู่ในส่วนของชั้นน้ำเหลืองหรือชั้นของน้ำเลือด) และเมื่อเกิดการผสมกันระหว่างชั้นของเม็ดเลือดแดง ซึ่งอยู่ใกล้กัน อาจทำให้เราเห็นมีชั้นสีชมพูเกิดขึ้น ซึ่งเกิดจากสีขาวและสีแดงผสมกันนั่นเอง สำหรับกรณีผู้ป่วยมีภาวะเม็ดเลือดแดงแตก เราจะเห็นชั้นน้ำเหลืองหรือชั้นของน้ำเลือดมีสีแดงจางๆ จนบางครั้งอาจทำให้เราเข้าใจว่าเป็นสีชมพู แต่อย่างไรก็ตามเลือดที่ปั่นแยกออกเป็นชั้นต่าง ๆ นั้น หากนำไปเขย่ารวมกันก็จะกลับไปเป็นสีแดงเช่นเดิม จากที่กล่าวมาทั้งหมดจึงมีความเป็นไปได้ยากที่จะพบภาวะที่เจาะเลือดจากเส้นเลือดดำแล้วพบว่า เลือดนั้นเป็นสีชมพู

ผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก ส่วนใหญ่มักมีภาวะน้ำหนักเกินเป็นทุน ซึ่งควรปรึกษาแพทย์เพื่อทำการซักประวัติ ตรวจร่างกาย หรือส่งตรวจเพิ่มเติมตามความเหมาะสม เพื่อคัดกรองภาวะเสี่ยงโดยเฉพาะในกลุ่มโรคสำคัญที่พบบ่อย เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคไขมันในเลือดสูง เป็นต้น เพื่อเราจะได้มีข้อมูลไปใช้ในการวางแผนลดน้ำหนักเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ทั้งในการควบคุมอาหาร การออกกำลังกาย หรือหากจำเป็นอาจต้องใช้ยาหรือการผ่าตัดเพื่อช่วยในการลดน้ำหนัก เป็นต้น

สำหรับการซื้อยากินเองนั้นยังคงมีความเสี่ยงโดยเฉพาะยาที่ไม่ได้มาตรฐานหรือไม่ได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา หรือ อย. และในยากลุ่มเสริมความงามก็เช่นเดียวกัน ควรอยู่ในการกำกับดูแลโดยแพทย์ เนื่องจากส่วนผสมในยากลุ่มเสริมความงามนั้นอาจมีผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้ส่วนผสมของกลูตาไธโอน ซึ่งหากใช้ในปริมาณ มากและระยะเวลานาน อาจทำให้เกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตกได้

ที่มา: https://www.khaosod.co.th/special-stories/news_2090506

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร (การระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยาน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การที่เลือดปกติมีสีแดง เปลี่ยนเป็นเลือดสีชมพู เกิดจากสาเหตุใด และเกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียนเลือดอย่างไร (การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. นางสาวบี เป็นคนรักสุขภาพ เธอจะทานอาหารเสริมวันละ 10 ชนิดขึ้นไป เพื่อดูแลตัวเองให้ดูดีอยู่เสมอ นักเรียนคิดว่านางสาวบี มีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะเลือดสีชมพูหรือไม่ และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง (การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข่าว/บทความที่กำหนดให้จากนั้นตอบคำถามในตอนที่ 2

รพ.ฝาง ให้เลือดผิดกรุ๊ป เฒ่าวัย 62 เสียชีวิต

ญาติโวย พ่อตาวัย 62 ป่วยปวดหลัง เอกซเรย์พบเส้นทับกระดูกสันหลัง แพทย์ รพ.ฝาง ผ่าตัดให้ ระหว่างพักฟื้นเกิดอาการช็อก มาเสียชีวิตที่ รพ.มหาราชนครเชียงใหม่ อ้าง รพ.ฝาง ให้เลือดผิดกรุ๊ป ผู้ตายเลือดกรุ๊ป O แต่กลับนำเลือดกรุ๊ป B ด้าน ผอ.รพ.ฝาง รับผิดพลาดเพราะความเร่งรีบ หลังได้เลือดจากลูก จึงนำไปใช้..

เรื่องราวสะเทือนวงการแพทย์รายนี้ เกิดขึ้นเมื่อเวลา 20.30 น. วันที่ 14 มิ.ย. 56 ร.ต.อ.ธัญชนะวุฒิ อุปทอง พงส.สภ.ภูพิงคราชนิเวศน์ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ได้รับแจ้งจากแพทย์ รพ.มหาราชนครเชียงใหม่ หลังมีคนไข้เสียชีวิตโดยได้ส่งมาจาก รพ.ฝาง มารักษา จึงรุดไปสอบสวน พบศพ นายอินถา ดีโลก อายุ 62 ปี อยู่บ้านเลขที่ 56 หมู่ 6 ต.แม่ทะลบ อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่

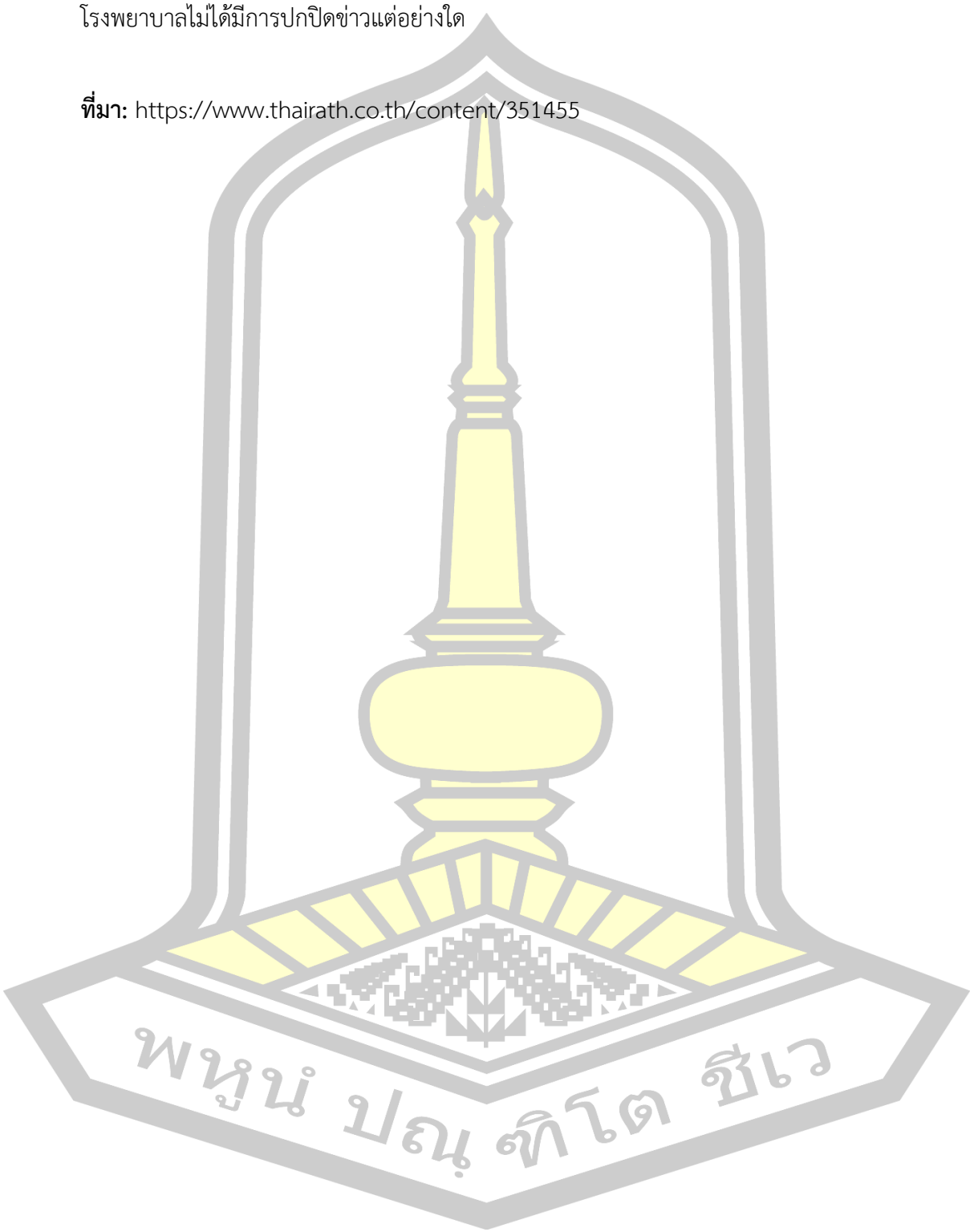
จากการร่วมชันสูตรกับแพทย์ ทราบประวัติการส่งตัวว่า แพทย์ รพ.ฝาง ให้เลือดผู้ป่วยผิดกรุ๊ป ส่งผลให้ผู้ป่วยเกิดอาการช็อก เมื่อมารักษาต่อที่ รพ.มหาราชนครเชียงใหม่ ได้เสียชีวิตที่ห้องฉุกเฉิน โดยพนักงานสอบสวนได้ส่งศพไปให้แพทย์ภาควิชานิติเวช ผ่าชันสูตรหาสาเหตุการตายที่แน่ชัดอีกครั้ง

นายณณัฐรัชต์ เปิดเผยว่า เมื่อวันที่ 13 มิ.ย.ที่ผ่านมา พ่อตามีอาการปวดหลังอย่างรุนแรง ทางญาติจึงพาไปส่ง รพ.ฝาง ให้แพทย์รักษา แพทย์ได้ทำการเอกซเรย์แล้วพบว่ามีเส้นกดทับกระดูกไขสันหลัง จึงทำการผ่าตัดให้ เมื่อวันเดียวกัน จากนั้นได้นำนายอินถาออกมาพักฟื้นที่ห้องไอซียู โดยมีพยาบาลนำเลือดมาเติมเพิ่ม เนื่องจากนายอินถาเสียเลือดมากระหว่างผ่าตัด ซึ่งนายอินถามีเลือดกรุ๊ป O แต่เลือดที่พยาบาลนำมาเติมให้นั้นเป็นกรุ๊ป B เมื่อเติมเลือดใหม่ผิดกรุ๊ปเข้าไป ทำให้นายอินถาไม่รู้สึกตัว จึงถูกส่งมารักษาต่อที่ รพ.มหาราชนครเชียงใหม่ และช็อกเสียชีวิตที่ห้องฉุกเฉิน ขณะเดียวกันผลผ่าการชันสูตรศพของแพทย์ระบุว่า นายอินถาเสียชีวิตเนื่องจากเลือดไม่เข้ากัน (Blood incompatibilty)

ล่าสุด เมื่อเวลา 16.30 น. นพ.วิชญ์ สิริโรจน์พร ผู้อำนวยการ รพ.ฝาง จ.เชียงใหม่ กล่าวถึงกรณีนายอินถา ว่าขั้นตอนในการผ่าตัดไม่มีผิดพลาด แต่ผู้เสียชีวิตมีเลือดประจำตัวกรุ๊ป O แต่ได้รับการสนับสนุนเลือดจากลูกผู้เสียชีวิต ซึ่งเป็นกรุ๊ป B ซึ่งตามปกติการขอสนับสนุนเลือด จนท.แล็ปจะเปลี่ยนเป็นเลือดที่ตรงกับกรุ๊ปเลือดของคนไข้ แต่ด้วยความเร่งรีบของ จนท.แล็ป เห็นว่าเป็นนามสกุลเดียวกัน จึงมอบไป หลังจากมอบไปแล้ว จนท.ตรวจสอบว่าผิดพลาด ก็ได้เร่งรีบแก้ไข แต่ไม่ทันการแพทย์นำคนไข้เข้ารักษาในห้องไอซียู เวลาเดียวกัน ได้เร่งนำคนไข้ส่งต่อ รพ.นครพิงค์ แต่ญาติขอส่งรักษาต่อที่ รพ.มหาราชฯ และเสียชีวิตในเวลาต่อมา อย่างไรก็ตาม ทางโรงพยาบาลจะให้การ

ช่วยเหลือและประสานเบื้องต้นแล้ว หลังเสร็จงานศพจะได้ประสานญาติผู้เสียชีวิตต่อไป โดยโรงพยาบาลไม่ได้มีการปกปิดข่าวแต่อย่างใด

ที่มา: https://www.thairath.co.th/content/351455



ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร (การระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยาน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใดเมื่อผู้ป่วยกรุ๊ปเลือด O ได้รับเลือดกรุ๊ป B จึงเสียชีวิตในเวลาต่อมา (การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. นายดี เกิดอุบัติเหตุ เสียเลือดมาก นายดีมีเลือดกรุ๊ป A แต่ที่โรงพยาบาลมีเลือดสำรองแค่เลือดกรุ๊ป O นักเรียนคิดว่านายดีสามารถรับเลือดกรุ๊ป O เข้าไปในร่างกายได้หรือไม่ และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง (การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พหุบ ปณฺ ฑิโต ชีเว

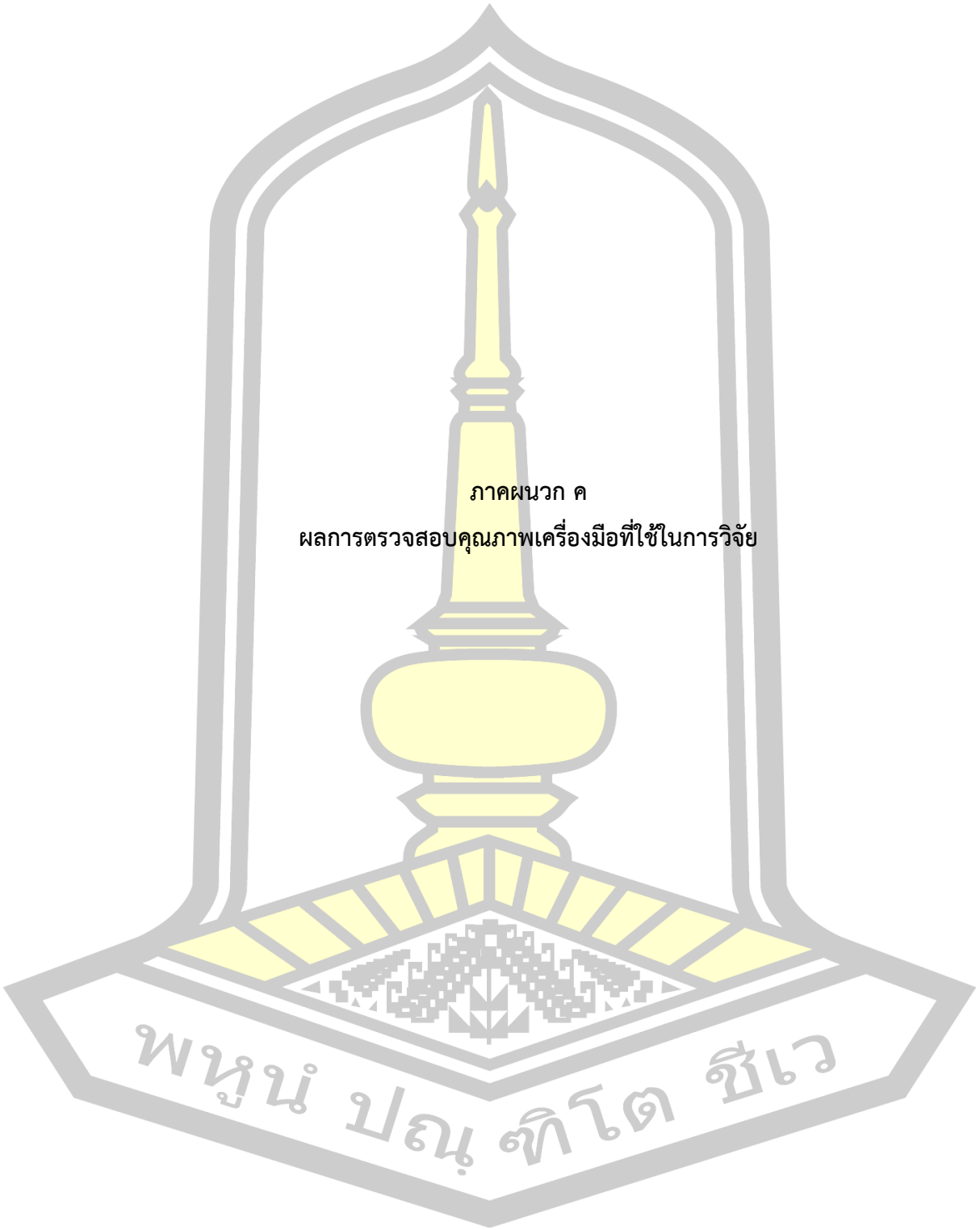
แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
การจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26

ชื่อนักเรียน.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์	พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนนประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การระบุข้อมูล หลักฐาน หรือ ประจักษ์พยาน	นักเรียนสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป				
การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	นักเรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล หรือหลักฐานที่ได้เลือกมา				
การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	นักเรียนสามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐาน และประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐานได้				



ภาคผนวก ค
ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 26 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน								
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9
1. สาระสำคัญ 1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์	4.4	4.4	4.4	4.6	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.0	4.8	4.8
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4.6	4.4	4.4	4.6	4.6	4.6	4.6	4.4	4.6
2.2 สามารถประเมินผลได้	4.8	4.8	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.8	4.6	4.6	4.6
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.4	4.6	4.6
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
4. การวัดและการประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.8	4.8	4.4	4.8	4.8	4.6	4.2	4.6	4.6
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	4.0	4.0	4.0	4.0	3.8	4.0	3.8	4.4	4.4
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.0	4.0	4.0	4.0	3.6	4.0	3.6	4.0	4.0

ตารางที่ 26 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน								
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9
5. กิจกรรมการเรียนรู้									
5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4.2	4.2	4.2	4.4	4.2	4.4	4.2	4.2	4.2
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.8	4.8	4.6	4.8	4.6	4.8	4.6	4.8	4.8
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.4	4.4	4.4	4.4	4.2	4.4	4.0	4.4	4.4
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.0	4.6	4.6
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.0	4.4	4.4
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.2	4.4	4.2	4.2	4.2	4.2	3.8	4.2	4.2
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4.4	4.0	4.4	4.4	4.4	4.4	4.0	4.4	4.4
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	4.6	4.4	4.6	4.6	4.6	4.6	4.2	4.6	4.6
6. สื่อการเรียนการสอน									
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.2	4.4	4.4
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.4	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.4	4.6	4.6
เฉลี่ยรวม	4.50	4.49	4.47	4.53	4.48	4.53	4.33	4.51	4.52
ผลการวิเคราะห์	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด	มากที่สุด

ตารางที่ 27 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
1. สาระสำคัญ 1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	5	4	4	23	4.60	0.548	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	5	4	4	22	4.40	0.548	มาก
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	4	5	5	24	4.80	0.447	มากที่สุด
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	5	4	23	4.60	0.548	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	5	4	23	4.60	0.548	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้	5	4	5	5	5	24	4.80	0.447	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.447	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.548	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	5	4	5	5	4	23	4.60	0.548	มากที่สุด
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	4	4	5	4	22	4.40	0.548	มาก
4. การวัดและการประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.447	มากที่สุด

ตารางที่ 27 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	3	4	20	4.00	0.707	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	3	4	4	20	4.00	0.707	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้ 5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	5	3	21	4.20	0.837	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5	4	24	4.80	0.447	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	4	22	4.40	0.548	มากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.548	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	5	4	4	5	4	22	4.40	0.548	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	4	4	4	21	4.20	0.447	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	5	4	5	4	4	22	4.40	0.548	มาก
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	5	4	4	23	4.60	0.548	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนการสอน 6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	5	4	4	22	4.40	0.548	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	5	5	4	4	22	4.40	0.548	มาก

ตารางที่ 28 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
1. สาระสำคัญ 1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	4	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
2.2 สามารถประเมินผลได้	5	4	5	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
4. การวัดและการประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด

ตารางที่ 28 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	3	4	20	4.0	0.707	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	3	4	4	20	4.0	0.707	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้ 5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	5	3	21	4.2	0.837	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	5	4	4	3	4	20	4.0	0.707	มาก
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	5	3	4	22	4.4	0.894	มาก
6. สื่อการเรียนการสอน 6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด

ตารางที่ 29 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
1. สาระสำคัญ 1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	4	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
2.2 สามารถประเมินผลได้	5	4	4	5	5	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
4. การวัดและการประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	4	4	22	4.4	0.548	มาก

ตารางที่ 29 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	3	4	20	4.0	0.707	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	3	4	4	20	4.0	0.707	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้ 5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	5	3	21	4.2	0.837	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	4	4	4	21	4.2	0.447	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนการสอน 6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด

ตารางที่ 30 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
1. สาระสำคัญ 1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	4	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้	5	4	5	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มากที่สุด
4. การวัดและการประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด

ตารางที่ 30 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	3	4	20	4.0	0.707	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	3	4	4	20	4.0	0.707	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้ 5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	4	5	5	3	22	4.4	0.894	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	4	4	4	21	4.2	0.447	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนการสอน 6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด

ตารางที่ 31 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
1. สาระสำคัญ 1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	4	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้	5	4	5	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
4. การวัดและการประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด

ตารางที่ 31 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	3	4	19	3.8	0.447	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	3	3	4	18	3.6	0.548	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้									
5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4	5	4	5	3	21	4.2	0.837	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4	21	4.2	0.447	มาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	4	4	4	21	4.2	0.447	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนการสอน									
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด

ตารางที่ 32 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
1. สาระสำคัญ 1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	4	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้	5	4	5	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
4. การวัดและการประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด

ตารางที่ 32 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	3	4	20	4.0	0.707	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	3	4	4	20	4.0	0.707	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้ 5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	4	5	5	3	22	4.4	0.894	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	4	4	4	21	4.2	0.447	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนการสอน 6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด

ตารางที่ 33 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
1. สาระสำคัญ 1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	5	5	5	25	5.0	0.000	มากที่สุด
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้	5	4	5	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	4	4	5	5	4	22	4.4	0.548	มาก
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
4. การวัดและการประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	3	5	4	5	4	21	4.2	0.837	มาก

ตารางที่ 33 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	3	5	4	3	4	19	3.8	0.837	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	3	4	3	4	4	18	3.6	0.548	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้									
5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	5	3	21	4.2	0.837	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3	4	4	5	4	20	4.0	0.707	มาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	2	5	4	5	4	20	4.0	1.225	มาก
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	3	4	4	5	4	20	4.0	0.707	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	3	4	4	4	4	19	3.8	0.447	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	3	4	5	4	4	20	4.0	0.707	มาก
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	3	5	5	4	4	21	4.2	0.837	มาก
6. สื่อการเรียนการสอน									
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.2	0.447	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	5	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก

ตารางที่ 34 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
1. สาระสำคัญ 1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	4	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
2.2 สามารถประเมินผลได้	5	4	5	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
4. การวัดและการประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด

ตารางที่ 34 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	3	4	22	4.4	0.894	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	3	4	4	20	4.0	0.707	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้ 5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	5	3	21	4.2	0.837	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	4	4	4	21	4.2	0.447	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนการสอน 6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด

ตารางที่ 35 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
1. สาระสำคัญ 1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	4	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้	5	4	5	5	5	24	4.8	0.447	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	5	4	5	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
4. การวัดและการประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด

ตารางที่ 35 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5				
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	3	4	22	4.4	0.894	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	3	4	4	20	4.0	0.707	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้ 5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	5	3	21	4.2	0.837	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5	4	24	4.8	0.447	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	5	4	4	5	4	22	4.4	0.548	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	4	4	4	21	4.2	0.447	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
5.8 สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนการสอน 6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	5	4	4	22	4.4	0.548	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.548	มากที่สุด

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 36 สรุปผลการประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อ	องค์ประกอบ	คะแนน IOC จากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการวิเคราะห์
		1	2	3	4	5			
1	การระบุข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
2	การระบุข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
3	การระบุข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 36 สรุปผลการประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ข้อ	องค์ประกอบ	คะแนน IOC จากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการวิเคราะห์
		1	2	3	4	5			
4	การระบุข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
5	การระบุข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
6	การระบุข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง

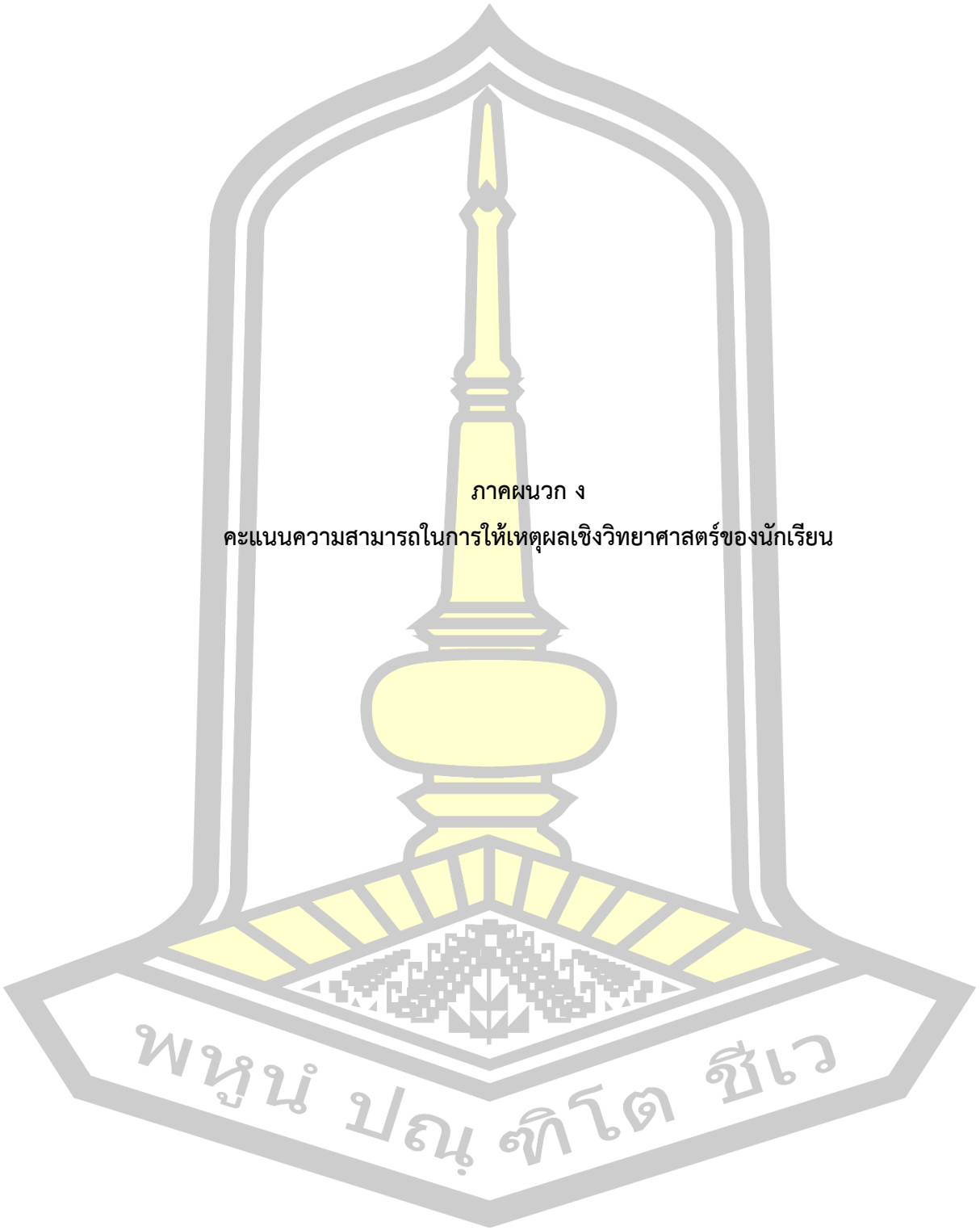
ตารางที่ 36 สรุปผลการประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ข้อ	องค์ประกอบ	คะแนน IOC จากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการวิเคราะห์
		1	2	3	4	5			
7	การระบุข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
8	การระบุข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
9	การระบุข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง
	การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	+1	+1	+1	0	+1	+4	+0.8	สอดคล้อง

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 37 สรุปผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญต่อแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IC	ผลการวิเคราะห์
	1	2	3	4	5			
1. การระบุข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	+1	+1	+1	+1	+1	+5	+1.0	สอดคล้อง
2. การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	+1	+1	+1	+1	0	+4	+0.8	สอดคล้อง
3. การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	+1	+1	+1	+1	0	+4	+0.8	สอดคล้อง



ภาคผนวก ง

คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ตารางที่ 38 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย

ลำดับ	องค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (6)	ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ผลการประเมิน
	การระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยาน (2)	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล (2)	การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล (2)			
1	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
2	2	2	1	5	ดี	ผ่าน
3	1	0	0	1	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
4	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
5	0	0	0	0	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
6	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
7	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
8	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
9	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
10	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
11	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
12	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
13	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
14	1	0	0	1	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
15	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
16	1	0	0	1	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
17	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
18	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
19	1	1	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 38 ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย (ต่อ)

ลำดับ	องค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (6)	ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ผลการประเมิน
	การระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยาน (2)	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล (2)	การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล (2)			
20	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
21	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
22	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
23	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
24	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
25	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
26	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
27	1	1	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
28	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
29	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
30	2	2	2	6	ดี	ผ่าน
31	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
32	2	2	0	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
33	1	1	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
34	2	1	0	3	พอใช้	ไม่ผ่าน
35	2	0	0	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน
$\bar{X}$	1.8	1.0	0.1	2.9	ปรับปรุง	
S.D.	0.5	0.7	0.4	1.2	-	

ตารางที่ 39 คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 33 คน หลังการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงรอบปฏิบัติการ

ลำดับ	วงรอบปฏิบัติการที่ 1			วงรอบปฏิบัติการที่ 2			วงรอบปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (6)	ระดับ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ระดับ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ระดับ	ผลการประเมิน
1	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
2	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
3	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
4	6	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
5	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
6	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
7	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
8	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
9	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	6	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
10	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
11	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน
12	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
13	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
14	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
15	6	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
16	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
17	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
18	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
19	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
20	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
21	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
22	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
23	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
24	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
25	2	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 39 คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 33 คน หลังการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงรอบปฏิบัติการ (ต่อ)

ลำดับ	วงรอบปฏิบัติการที่ 1			วงรอบปฏิบัติการที่ 2			วงรอบปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (6)	ระดับ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ระดับ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ระดับ	ผลการประเมิน
26	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
27	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
28	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
29	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	3	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
30	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
31	6	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
32	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
33	4	พอใช้	ไม่ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
34	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน	5	ดี	ผ่าน
35	5	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน	6	ดี	ผ่าน
$\bar{X}$	3.80	-		4.71	-		5.31	-	
ผ่าน	9 คน (ร้อยละ 27.3)			13 คน (ร้อยละ 54.2)			9 คน (ร้อยละ 81.8)		
ไม่ผ่าน	24 คน (ร้อยละ 72.7)			11 คน (ร้อยละ 45.8)			2 คน (ร้อยละ 18.2)		

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ภาคผนวก จ

ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ

ตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ภาพที่ 17 กิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ระบบหมุนเวียนเลือด เรื่อง หมู่เลือดและการให้เลือด

ภาพที่ 18 กิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ระบบหมุนเวียนเลือด เรื่อง หมู่เลือดและการให้เลือด

ตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร

โรคความดันโลหิตสูง ส่งให้เกิดอันตรายถึงชีวิต

1

2. โรคความดันโลหิตสูงมีความสำคัญอย่างไรและส่งผลอย่างไรต่อการใช้ชีวิต นักเรียนสามารถใช้วิธีการใดได้บ้างในการตรวจเช็คภาวะดังกล่าว

ความดันโลหิตสูงเป็นสภาวะที่ปกติของหัวใจสูบฉีดเลือดด้วยความดันโลหิตสูงกว่าระดับปกติของคนส่วนใหญ่ ซึ่งจะส่งผลให้การทำงานของหัวใจและหลอดเลือดเสียไป เช่น การเกิดภาวะแทรกซ้อนที่เป็นอันตรายสามารถตรวจเช็คได้จากการใช้เครื่องวัดความดันโลหิต และการตรวจสุขภาพอย่างน้อยปีละครั้ง

1

3. พ่อและแม่ของนาย ค เป็นโรคความดันโลหิตสูง แต่นาย ค ได้ตรวจ เช็คที่โรงพยาบาลแล้วพบว่าตนเองมีความดันปกติ วันหนึ่งนาย ค มีภาวะหยุดหายใจขณะนอนหลับ นักเรียนคิดว่า นาย ค มีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคความดันโลหิตสูงหรือไม่ และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง

พยากรณ์ว่ามีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคความดันโลหิตสูง เนื่องจากโรคนี้เกิดได้จากปัจจัยทางพันธุกรรม หากมีคนในครอบครัวเป็นโรคความดันโลหิตสูง ก็จะมีความเป็นไปได้สูง ซึ่งภาวะหยุดหายใจเป็นสาเหตุหนึ่งของโรคความดันโลหิตสูงที่มีผลต่อหัวใจ

1

ตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร

การกินยาคุมกำเนิด หรือ ยาฉีดคุมกำเนิดทำให้เลือดเปลี่ยนเป็นสีชมพู

2. การที่เลือดปกติมีสีแดง เปลี่ยนเป็นเลือดสีชมพู เกิดจากสาเหตุใด และเกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียนเลือดอย่างไร

เลือดสีชมพู เกิดจากการเปลี่ยนแปลง หรือ มีไขมันจำนวนมาก ในเลือดจึงเม็ดเลือดผ่านกระบวนการเป็นเลือด จะทำให้เกิดเป็นสีชมพูมากเมื่อเกิดการผสมกันระหว่างน้ำของเม็ดเลือดแดง จะมีสีชมพูเกิดขึ้น ซึ่งอาจทำให้การทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดเกิดความผิดปกติ อันส่งผลกระทบต่อร่างกาย เช่น เหนื่อย หายใจหอบ ปากแห้ง

3. นางสาวบี เป็นคนรักสุขภาพ เธอจะทานอาหารเสริมวันละ 10 ชนิดขึ้นไป เพื่อดูแลตัวเองให้ดูดีอยู่เสมอ นักเรียนคิดว่านางสาวบี มีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะเลือดสีชมพูหรือไม่ และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือการพยากรณ์ของนักเรียนนั้นถูกต้อง

นางสาวบีมีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะเลือดสีชมพู เนื่องจากภาวะเลือดสีชมพู เกิดจากภาวะสีชมพูเข้าไปจับกับสายสารเหตุ ไม่จำเป็นต้องเกิดจากการมีไขมันจะสม ในเลือดเพียงอย่างเดียว ก็จะเกิดภาวะเลือดแดงแดง ก็ส่งผลให้เกิดเลือดสีชมพูได้ นอกจากนี้การรับประทานอาหารเสริม ยาคุมกำเนิด หรือยาปฏิชีวนะเกินขนาด ก็มีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะเลือดสีชมพูได้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาววิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์
วันเกิด	22 ตุลาคม 2538
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	767/14 หมู่บ้านสมใจนึก ถนนโชคชัย-เดชอุดม ตำบลนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ 31110
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2560 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2563 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว