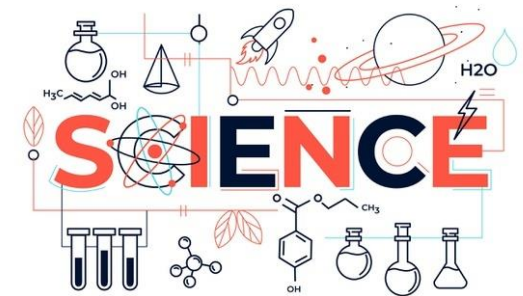
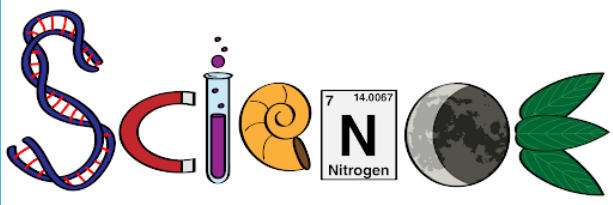


Topic 6:

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ SCIENTIFIC INQUIRY

อาจารย์ ดร.บรรณรักษ์ คุ่มรักษา



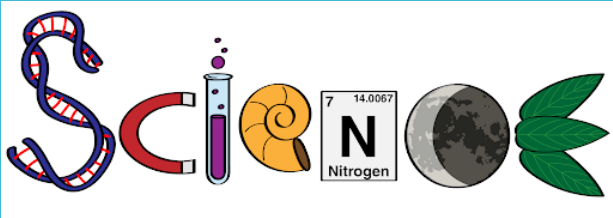


การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

- “การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)” เป็นกิจกรรมหนึ่งที่มารากฐานมายาวนานในประวัติศาสตร์ของมวลมนุษยชาติ

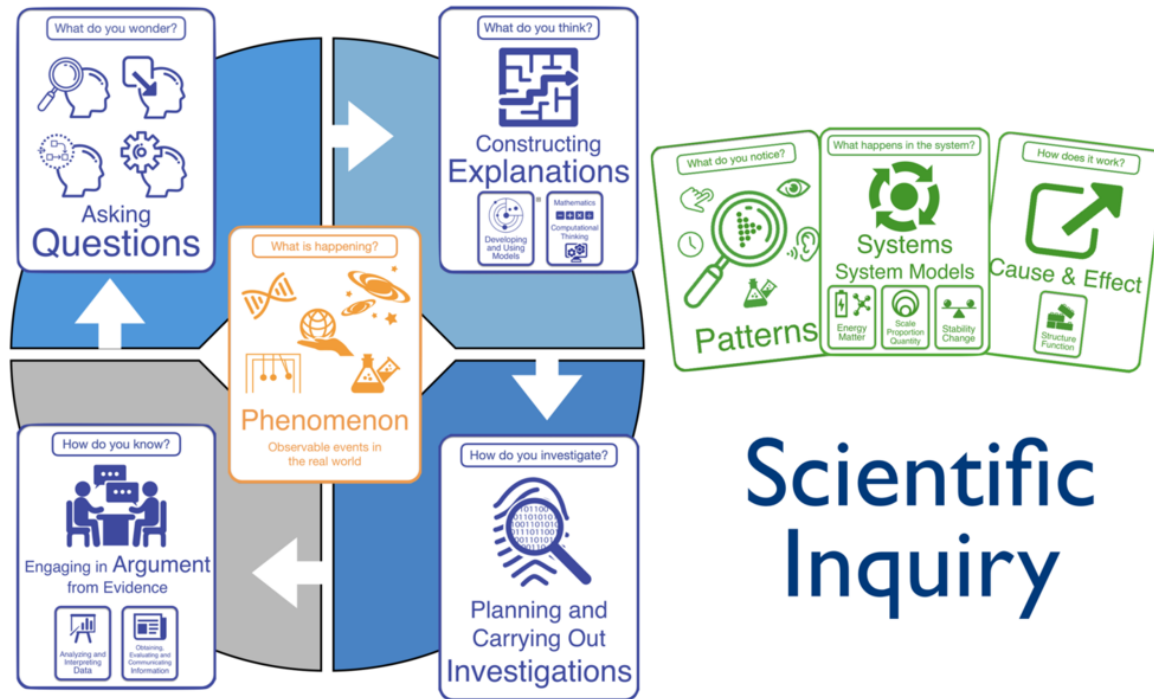
การสืบเสาะถือเป็นวิวัฒนาการทางสติปัญญา (intellectual evolution) อย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อโลกอย่างมากมาในทุ ก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็น เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม การเมือง รวมไปถึงค่านิยมต่าง ๆ ซึ่งการสืบเสาะได้เปลี่ยนแปลงไปตามบริบท สังคม เวลา สถานที่แวดล้อม





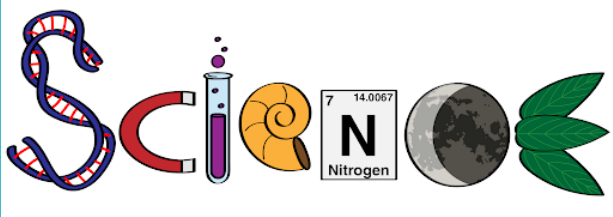
การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

- การสืบเสาะหาความรู้นี้มีความหมายที่ลึกซึ้งมากกว่าการสังเกตและจดบันทึก มีความหมายมากกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมีความหมายมากกว่าการทำการทดลอง



Scientific Inquiry

<https://thewonderofscience.com/teaching>



การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

- การสืบเสาะหาความรู้นอกจากจะต้องใช้หลักการ เหตุผล และข้อมูลที่ได้จากการทดลองแล้วยังต้องใช้จินตนาการ ความสร้างสรรค์และการลงความเห็นร่วมกัน
- แม้ว่าคนเพียงคนเดียวสามารถค้นพบเรื่องที่ยิ่งใหญ่ได้แต่ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับคนกลุ่มใหญ่ที่ยอมรับความคิดเห็นนั้นร่วมกัน



การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะในยุคคลาสสิก (Classical period)

ยุคคลาสสิกเป็นยุคของดนตรีระหว่าง ค.ศ. 1750–1820

เริ่มต้นด้วยการตั้งคำถามต่อชีวิต ธรรมชาติ สิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จากนั้นจึงตอบด้วยกระบวนการทางความคิด การใช้เหตุและผล แบ่งไปตามสำนัก (school of thoughts) ที่มีความเชื่อ ความสนใจ ปรัชญาแตกต่างกันออกไป

ตัวอย่างเช่น นักปรัชญาของกรีกในยุคเริ่มต้น คือ “ธาเลส” (Thales) ซึ่งมีชีวิตอยู่ในช่วง 546 – 624 ปี ก่อนคริสตกาล เขาได้ตั้งคำถามสำคัญที่ว่า

“โลกประกอบขึ้นจากอะไร?”

โดยเขาคิดว่า “ทุกสิ่งทุกอย่างสร้างมาจากน้ำ” อันเป็นต้นกำเนิดของทฤษฎีองค์ประกอบพื้นฐาน โดยให้เหตุผลว่าน้ำคือหัวใจของสิ่งมีชีวิตและการเจริญเติบโต



<https://www.oocities.org/thaiclassicguitar/guitarlevel4.html>

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะในยุคคลาสสิก (Classical period)

ธาลีสและนักคิดในยุคแรก ๆ ของกรีกได้วางพื้นฐานสำคัญไว้ 2 ประการ คือ

1. การศึกษาธรรมชาติอย่างเป็นระบบ มีการสังเกต การบันทึก เพื่อค้นหาสาเหตุและหลักการของธรรมชาติ
2. การมองโลกด้วยกรอบแนวคิดที่เอื้อต่อการทำความเข้าใจธรรมชาติ หรือในปัจจุบันเราเรียกว่า “โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์” (Scientific Worldview) นั่นคือ ธรรมชาติมีกฎเกณฑ์ มีความสม่ำเสมอ และเป็นไปได้ที่มนุษย์จะทำความเข้าใจด้วยการใช้สติปัญญา รวมทั้งการคิดเพื่อศึกษากฎเกณฑ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนั้น



<https://www.oocities.org/thaiclassicguitar/guitarlevel4.html>

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะในยุคคลาสสิก (Classical period)

- ในยุคคลาสสิก ยังปรากฏการสืบเสาะอีกรูปแบบที่นำไปสู่การค้นพบหรือสร้างความรู้คือ **“การสนทนาซักถาม”** ที่เรียกว่า “Socratic Method”
- วิธีนี้ใช้โดย โสเครตีส (Socrates) (600 ปีก่อนคริสตกาล) ซึ่งมีความสำคัญในแง่ของรูปแบบวิธีการคิด
- รูปแบบการสืบเสาะแบบนี้ผู้ตั้งคำถามต้องมีประสบการณ์สูงและเข้าใจเรื่องที่กำลังจะถามอย่างลึกซึ้ง เนื่องจากต้องตั้งคำถามที่นำไปสู่คำอธิบาย และการทำความเข้าใจประเด็นที่ต้องการในที่สุด
- รูปแบบการสืบเสาะแบบนี้ยังคงใช้ในปัจจุบัน เช่น การซักพยานในระบบไต่สวน (inquisitorial system) ของศาลยุติธรรม การใช้คำถามในชั้นเรียน รวมถึงการสนทนาซักถามในการดำเนินชีวิตต่าง ๆ เช่น การสัมภาษณ์



<https://www.oocities.org/thaiclassicguitar/guitarlevel4.html>



<https://www.britannica.com/event/Middle-Ages> 4 feb 2021

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะในยุคกลาง (Middle Ages)

ช่วงเวลาในประวัติศาสตร์ยุโรป ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 5 ถึงคริสต์ศตวรรษที่ 15

- การพบความก้าวหน้าสำคัญในการสืบเสาะของยุคนี้จึงปรากฏไม่มากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของศาสนา การเพ่งตำลายนั่งสือและตำราที่ตกทอดมาจากยุคกรีก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการสืบเสาะ “ที่ไม่ประสบความสำเร็จ”
- นอกจากนี้ยังมีความเชื่อที่ฝังรากลึกมานานคือ การเล่นแร่แปรธาตุ (Alchemy) ซึ่งมุ่งแสวงหาน้ำอมฤต (The Fountain) ศิลา นักปราชญ์ (Philosophers' stone) ซึ่งล้วนแต่เป็นการแสวงหาที่อยู่บนฐานของความเชื่อ

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะในยุคกลาง (Middle Ages)

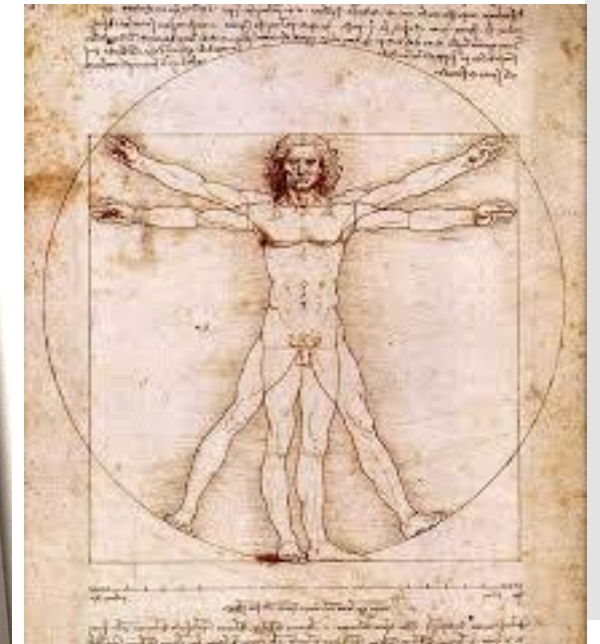
ช่วงเวลาในประวัติศาสตร์ยุโรป ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 5 ถึงคริสต์ศตวรรษที่ 15

การทำงานทางวิทยาศาสตร์ของเลโอนาร์โด ดา วินชี (Leonardo da Vinci)



<https://www.britannica.com/event/Middle-Ages> 4 feb 2021

การสำรวจทางวิทยาศาสตร์ที่เขาค้นคว้ามีอิทธิพลต่องานด้านศิลปะของตัวเอง เขาลอกผิวหนังออกจากใบหน้าของศพ วิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ทำให้ริมฝีปากขยับ จากนั้นก็เขียนภาพรอยยิ้มที่มีผู้จดจำได้มากที่สุดในโลก เขาศึกษากะโหลกศีรษะมนุษย์ วาดภาพแต่ละชั้นของกระดูกและฟัน แล้วแสดงให้เห็นถึงความทุกข์ทรมานของร่างกายเนื้อหนังติดกระดูกผ่านภาพนักบุญเยโรโมในถ้ำทูลกันดาร เขาสำรวจคณิตศาสตร์เบื้องต้นหลังทัศนศาสตร์แล้วแสดงให้เห็นว่ารังสีของแสงตกกระทบกระจกตาอย่างไร จากนั้นก็สรรคสร้างเทคนิคหลอกสายตาอันน่าอัศจรรย์ในการเปลี่ยนมุมมองเชิงทัศนมิติในภาพอาหารค่ำมื้อสุดท้าย





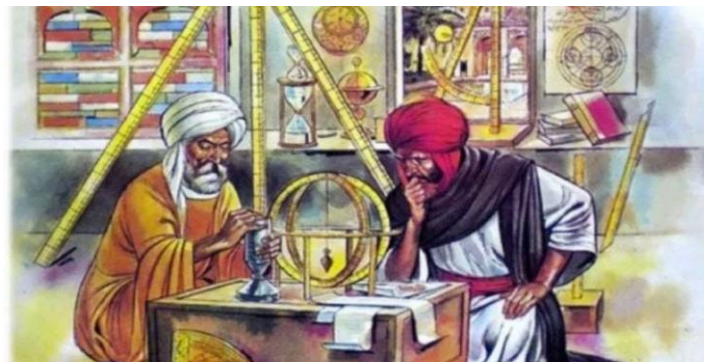
<https://www.britannica.com/event/Middle-Ages> 4 feb 2021

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะในยุคกลาง (Middle Ages)

ช่วงเวลาในประวัติศาสตร์ยุโรป ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 5 ถึงคริสต์ศตวรรษที่ 15

- ในเวลาเดียวกันนั้นการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติและวิทยาการต่าง ๆ ของโลกความรู้ต่าง ๆ ในกลุ่มอาหรับพัฒนาอย่างยิ่งยวดทั้ง คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ ชีววิทยา การแพทย์ รวมไปถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) ซึ่งเป็นวิธีการสืบเสาะที่สำคัญอย่างหนึ่งของวิทยาศาสตร์
- การสืบเสาะของกลุ่มนักคิดชาวอาหรับเน้นการ “ทดลอง”



Muslim Scientists of Islamic Golden age

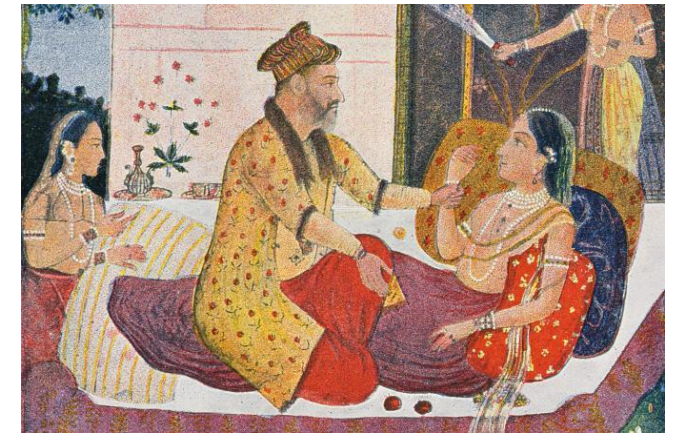
การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะในยุคกลาง (Middle Ages)

ช่วงเวลาในประวัติศาสตร์ยุโรป ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 5 ถึงคริสต์ศตวรรษที่ 15

ตัวอย่าง

- การศึกษาทางการแพทย์ของ อัล ราซี (Al Razi) นักวิทยาศาสตร์และแพทย์ชาวอิหร่าน (ศตวรรษที่ 9 - 10)



<https://www.nationalgeographic.com/history/magazine/2016/11-12/muslim-medicine-scientific-discovery-islam/>

- เขาได้นำเสนอว่า “หากต้องการศึกษาผลของเจาะเลือดออกทิ้งเพื่อการรักษา ให้แบ่งกลุ่มคนไข่ออกเป็นสองกลุ่ม เจาะเลือดทิ้งเพื่อการรักษา 1 กลุ่ม แล้วสังเกตผลทั้งสองกลุ่มแล้วเปรียบเทียบกัน” (Hajar, 2013) โดยลักษณะดังกล่าวคือการทดลองที่มีการควบคุมตัวแปรอันเป็นหนึ่งในวิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่รู้จักและแพร่หลายมากที่สุดวิธีหนึ่งในปัจจุบัน



<https://www.britannica.com/event/Middle-Ages> 4 feb 2021



http://wl.mc.ac.th/story2_25570727/topico6.htm

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะในยุคปฏิวัติวิทยาศาสตร์

คริสต์ศตวรรษที่ 16 ถึงคริสต์ศตวรรษที่ 17

- การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์
ในยุคเริ่มต้น เป็นการค้นพบ
ความรู้ทางดาราศาสตร์ ทำให้เกิดคำอธิบายเกี่ยวกับ
ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ
ต่าง ๆ ซึ่งเป็นการท้าทาย
ความเชื่อดั้งเดิมของคริสต์



<https://baugchamp.wordpress.com/>



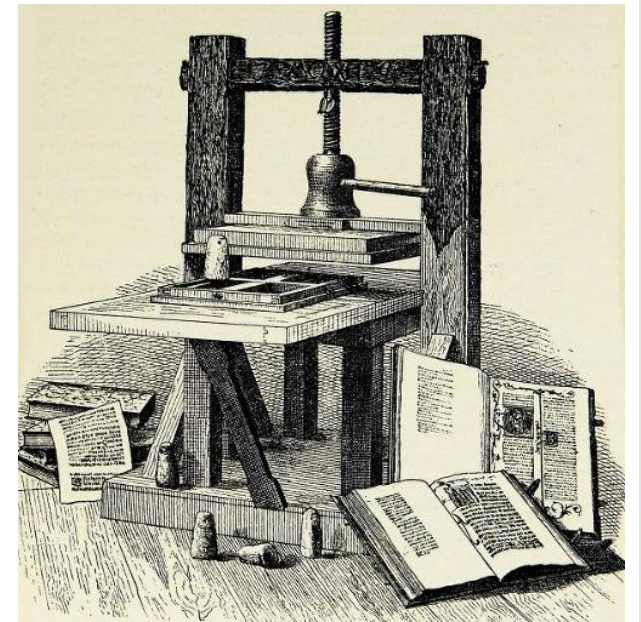
http://wl.mc.ac.th/story2_25570727/topico6.htm

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะในยุคปฏิวัติวิทยาศาสตร์

คริสต์ศตวรรษที่ 16 ถึงคริสต์ศตวรรษที่ 17

- ในยุคนี้ มีการประดิษฐ์เครื่องพิมพ์ยุคใหม่ที่สามารถจัดเรียงตัวอักษรได้ในช่วงปี ค.ศ.1450 ซึ่งส่งผลอย่างมากต่อการสืบเสาะ เนื่องจากการพิมพ์นำมาซึ่งการนำเสนอแนวคิด การค้นพบต่าง ๆ ในเชิงวิชาการ ทำให้เกิดการเปรียบเทียบ แลกเปลี่ยนความรู้ในกลุ่มสังคมของผู้ที่สนใจศึกษาเรื่องต่าง ๆ รวมทั้งการสืบเสาะเพื่อทำความเข้าใจธรรมชาติ



<https://cbpaste.wordpress.com/2018/09/11>



http://wl.mc.ac.th/story2_25570727/topico6.htm

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะในยุคปฏิวัติวิทยาศาสตร์

ปัจจัยส่งเสริมการปฏิวัติวิทยาศาสตร์

- แนวคิดของนักมนุษยนิยมที่ให้ความสำคัญกับการใช้หลักเหตุผลในการแสวงหาความจริงและการฟื้นฟูวิทยาการสมัยคลาสสิกเป็นปัจจัยสำคัญที่นำไปสู่การปฏิวัติวิทยาศาสตร์ในยุโรป มีการส่งเสริมให้ใช้หลักเหตุผลในการแสวงหาความจริง นักวิทยาศาสตร์จึงเริ่มตั้งข้อสงสัยต่อความจริง และเริ่มศึกษาโดยวิธีการสังเกต รวบรวมข้อมูลและทดลอง ก่อนสรุปเป็นองค์ความรู้หรือทฤษฎี วิธีการศึกษาดังกล่าวได้ชื่อว่าเป็น “วิธีการแบบวิทยาศาสตร์”
- แนวคิดในปรัชญาธรรมชาตินิยม สอนให้เชื่อว่าสิ่งต่าง ๆ ล้วนดำเนินไปตามกฎเกณฑ์ธรรมชาติ ธรรมชาติที่อยู่รอบ ๆ ตัวมนุษย์นั้นมีอิทธิพลต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ จึงเริ่มศึกษาค้นคว้าและทดลอง จนเกิดองค์ความรู้ใหม่เรียกว่าเป็น ยุคแห่งภูมิธรรม หรือ ยุคแห่งการรู้แจ้ง



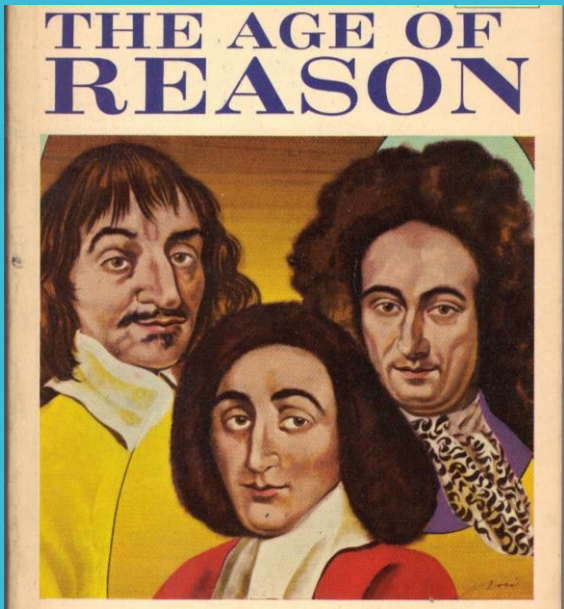
http://wl.mc.ac.th/story2_25570727/topic06.htm

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะในยุคปฏิวัติวิทยาศาสตร์

ผลของการปฏิวัติวิทยาศาสตร์

1. ทำให้มนุษย์เชื่อมั่นในสติปัญญาและความสามารถของตน เชื่อมั่นในความมีเหตุผล และนำไปสู่การแสวงหาความรู้โดยไม่มีสิ้นสุด
2. ก่อให้เกิดความรู้และความเจริญก้าวหน้าในวิทยาการด้านต่าง ๆ และทำให้วิทยาศาสตร์กลายเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญ โดยเน้นศึกษาเรื่องราวของธรรมชาติ
3. ทำให้เกิดการค้นคว้าทดลองและแสวงหาความรู้ด้านต่าง ๆ ซึ่งนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง และเป็นพื้นฐานของการปฏิวัติอุตสาหกรรมในสมัยต่อมา
4. ทำให้ชาวตะวันตกมีทัศนคติเป็นนักคิด ชอบสังเกต ชอบซักถาม ชอบค้นคว้าทดลอง เพื่อหาคำตอบ และนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต
5. ทำให้ความรู้และวิธีปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือและระมัดระวังในการกล่าวอ้าง (claim) และสิ่งที่จะช่วยได้คือ หลักฐาน (evidence) ที่จะมาสนับสนุน

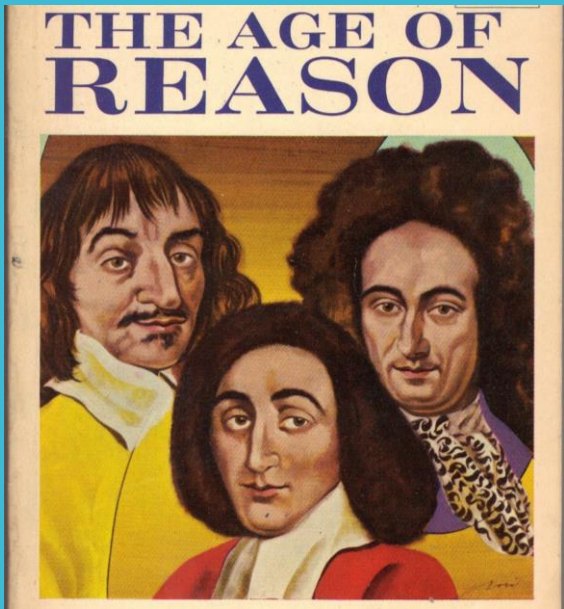


การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในยุคแห่งการใช้เหตุผล

คริสต์ศตวรรษที่ 17 ถึงคริสต์ศตวรรษที่ 19

- ยุคแห่งการใช้เหตุผล (the Age of Reason) ปรากฏชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น ยุคภูมิธรรมหรือยุคเรืองปัญญา (the Age of Enlightenment)
- ลักษณะสำคัญของยุคนี้คือวิทยาการต่าง ๆ เข้าสู่ความรุ่งเรือง มีการ
- เปลี่ยนกรอบในการมองโลก มีความเคลื่อนไหวในเชิงวิชาการเพื่อตอบคำถามต่าง ๆ โดยระบบวิธีคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและความปรารถนาอย่างแรงกล้าของผู้คนในสังคมที่จะตอบคำถามและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความตื่นตัวที่จะนำแนวคิดการสืบเสาะอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ขยายไปยังศาสตร์อื่น ๆ อย่างกว้างขวางแม้ไม่ใช้ในแวดวงวิทยาศาสตร์ (Outram, 2013)

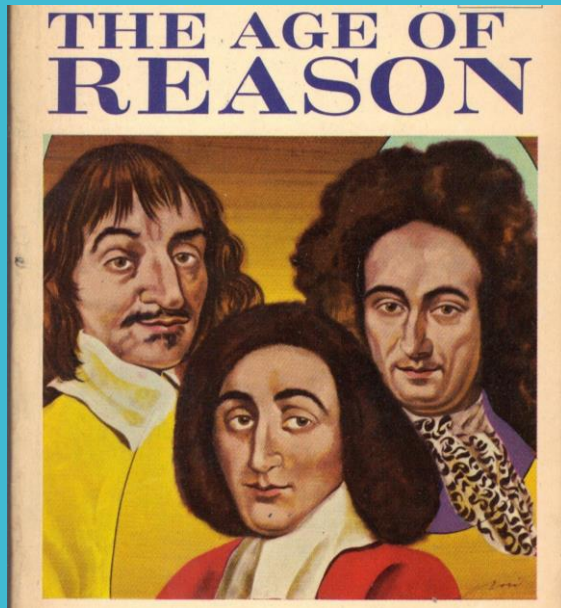


การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในยุคแห่งการใช้เหตุผล

- การกำเนิดของเคมี เป็นเสมือนต้นแรกของการเปลี่ยนแปลงในยุคของการใช้เหตุผล การเก็บข้อมูลอย่างรัดกุมด้วยการชั่ง ตวง วัด และการรายงานเป็นการเปิดเผยขั้นตอนและวิธีการสืบเสาะที่ส่งผลอย่างมากในการประเมินความรู้และวิธีการได้มาซึ่งความรู้เหล่านั้น แล้วต่อยอดนำไปลงข้อสรุปด้วยการสร้างคำอธิบายต่าง ๆ

- แนวคิดสำคัญหนึ่งของทฤษฎีอะตอมที่เสนอว่า “ไม่สามารถเปลี่ยนจากราตุหนึ่งไปเป็นอีกราตุหนึ่งได้” (Freund, 2014) โดยใช้หลักฐานจากผลการทดลองที่เป็นไปตามกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ซึ่งอธิบายการเข้าทำปฏิกิริยาเกิดเป็นสารประกอบโดยใช้ทฤษฎีอะตอมซึ่งถือเป็น ตัวอย่างของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในยุคของการใช้เหตุผล (Golinski, 1999)



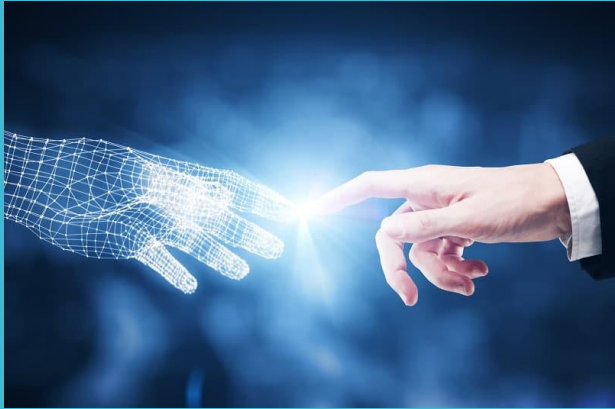
การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในยุคแห่งการใช้เหตุผล

- ในช่วงเวลานี้ ได้กำเนิดกระบวนการคิดแบบใหม่ขึ้น ดังเช่นการคิดค้นกระบวนการจัดกลุ่มและแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิตอันเป็นรากฐานการกำเนิดของสาขาวิชาอนุกรมวิธาน (Taxonomy)
- เกิดความพยายามในการจำแนกชนิดของหินโดยนักธรณีวิทยา (Miyashiro, 1994) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการจัดจำแนกประเภทของหินที่มีการปรับเปลี่ยนและพัฒนา มาจนถึงปัจจุบัน



<https://medium.com/@katecas.kc/complete-taxonomy-of-stoniness-964415dad406>



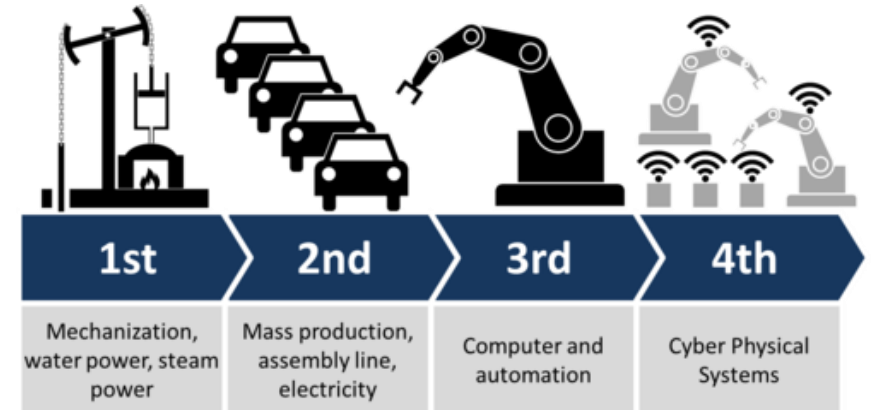
<https://www.analyticsinsight.net/digital-twin-technology-important-big-data-age>

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะในยุควิทยาศาสตร์แนวคิดใหม่

คาบเกี่ยวในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 19-20

- เป็นยุคที่เกิดการค้นพบทั้งในเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมาก
- ยุคศตวรรษที่ 20 ได้แสดงให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างเทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ อันนำไปสู่การสร้างสรรคสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เป็น พื้นฐาน ทำให้เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรม



https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AD%E0%B8%B8%E0%B8%95%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%A1_4.0

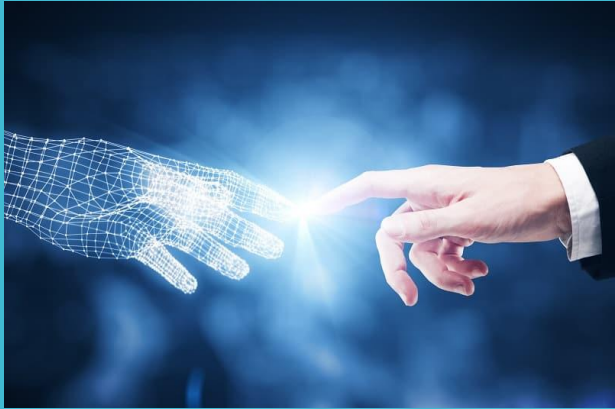


<https://www.analyticsinsight.net/digital-twin-technology-important-big-data-age>

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในยุคแห่งการใช้เหตุผล

- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในยุคนี้ไม่ได้เกิดจากกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์ที่สังกัดสถาบันการศึกษาหรือสมาคมวิทยาศาสตร์เท่านั้น หน่วยงานเอกชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการประดิษฐ์คิดค้น วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งมีเป้าหมายเพื่อการค้าอุตสาหกรรม
- เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มาก นับตั้งแต่มีการสร้าง World Wide Web (WWW) โดย CERN (Segal, 1995) ซึ่งจุดมุ่งหมายเพื่อให้กลุ่มนักวิจัย และนักวิทยาศาสตร์ได้มีการสื่อสารปฏิสัมพันธ์กัน ต่อมาได้กลายเป็นแหล่งข้อมูล สื่อกลางการติดต่อสื่อสาร การเผยแพร่งานวิจัย การสร้างเครือข่ายและการเข้าถึงงานวิจัย รวมทั้งเอื้อให้เกิดการการกลั่นกรองและการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น



<https://www.analyticsinsight.net/digital-twin-technology-important-big-data-age>

การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในยุคแห่งการใช้เหตุผล

- เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารส่งผลกระทบต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มากขึ้นนับตั้งแต่มีการสร้าง World Wide Web (WWW) โดย CERN (Segal, 1995) ซึ่งจุดมุ่งหมายเพื่อให้กลุ่มนักวิจัย และนักวิทยาศาสตร์ได้มีการสื่อสารปฏิสัมพันธ์กัน
- ต่อมาได้กลายเป็นแหล่งข้อมูล สื่อกลางการติดต่อสื่อสาร การเผยแพร่งานวิจัย การสร้างเครือข่ายและการเข้าถึงงานวิจัย รวมทั้งเอื้อให้เกิดการการกลั่นกรองและการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น



<https://guide.servify.in/technology-is-important/>

กิจกรรม: การศึกษาวิธีการสืบเสาะสร้างองค์ความรู้ของนักวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 1 → ใช้คำถามเพื่อการอธิบาย = ศึกษากลไกในการสืบพันธุ์ของหูกทะเล → สํารวจ ตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลอย่างใกล้ชิดลึกซึ้ง

กลุ่มที่ 2 → คำถามเกี่ยวกับการสำรวจ/คำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบ = สํารวจความหลากหลายชนิดของพรรณไม้ป่าชายเลน → ใช้วิธีการสำรวจรวบรวมข้อมูล

กลุ่มที่ 3 → คำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบ = สํารวจความหลากหลายชนิดของพรรณไม้ป่าชายเลน → ใช้วิธีการสำรวจ รวบรวมข้อมูล

กิจกรรม: การศึกษาวิธีการสืบเสาะสร้างองค์ความรู้ของนักวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 4 → ใช้คำถามเพื่อการอธิบาย = การเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของระบบดาวคู่ → สืบเสาะ ตรวจสอบ ติดตาม รวบรวมข้อมูลอย่างใกล้ชิดลึกซึ้ง

กลุ่มที่ 5 → ใช้คำถามเพื่อการอธิบาย = อธิบายพลวัตของหอยตลับ → ใช้วิธีการสืบเสาะ ตรวจสอบ ติดตาม รวบรวมข้อมูลอย่างใกล้ชิดลึกซึ้ง

กลุ่มที่ 6 → คำถามเกี่ยวกับการค้นหาแบบแผน = การจำแนกและกำหนดคุณภาพของถ่านหินลิกไนต์ → ใช้วิธีการสืบเสาะ รวบรวมข้อมูล การกระบวนการคิดเพื่อจำแนกประเภท

กิจกรรม: การศึกษาวิธีการสืบเสาะสร้างองค์ความรู้ของนักวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 7 → ใช้คำถามเชิงสำรวจ = สำรวจปริมาณโลหะหนักในฝุ่นละออง
→ สำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล

กลุ่มที่ 8 → 1. ใช้คำถามเชิงสำรวจ = ลักษณะของ Catalyst → ใช้วิธีการ
สำรวจตรวจสอบ
2. ใช้คำถามเชิงทำนาย = อธิบายประสิทธิภาพการทำงานของ
catalyst

การทดลอง 1

ตัวแปรต้น : องค์ประกอบของ catalyst

ตัวแปรตาม: สมบัติทางกายภาพ

กิจกรรม: การศึกษาวิธีการสืบเสาะสร้างองค์ความรู้ของนักวิทยาศาสตร์

ตัวแปรตาม

ตัวแปรต้น

ตัวอย่าง	พื้นที่ผิวจำเพาะ (S_{BET}) (m^2/g)	ขนาดอนุภาคเฉลี่ย (D_{BET}) (nm)	ขนาดของรูพรุน (nm)	ปริมาตรของรูพรุน (cm^3/g)
SiO_2	140.78	176.11	25.4	0.65
Fe_1/SiO_2	109.24	226.96	27.7	0.60
$\text{Fe}_{0.8}\text{-Ni}_{0.2}/\text{SiO}_2$	132.58	187.01	28.8	0.76
$\text{Fe}_{0.6}\text{-Ni}_{0.4}/\text{SiO}_2$	109.52	226.38	26.7	0.58
$\text{Fe}_{0.5}\text{-Ni}_{0.5}/\text{SiO}_2$	114.52	216.50	28.5	0.64
$\text{Fe}_{0.4}\text{-Ni}_{0.6}/\text{SiO}_2$	108.61	228.29	27.8	0.59
$\text{Fe}_{0.2}\text{-Ni}_{0.8}/\text{SiO}_2$	117.62	210.80	27.5	0.64
Ni_1/SiO_2	122.01	203.21	27.3	0.65

กิจกรรม: การศึกษาวิธีการสืบเสาะสร้างองค์ความรู้ของนักวิทยาศาสตร์

- กลุ่มที่ 8 → 1. ใช้คำถามเชิงสำรวจ = ลักษณะของ Catalyst → ใช้วิธีการสำรวจตรวจสอบ
2. ใช้คำถามเชิงทำนาย = อธิบายประสิทธิภาพการทำงานของ catalyst

การทดลอง 2

ตัวแปรต้น : องค์ประกอบของ catalyst

ตัวแปรตาม: %conversion

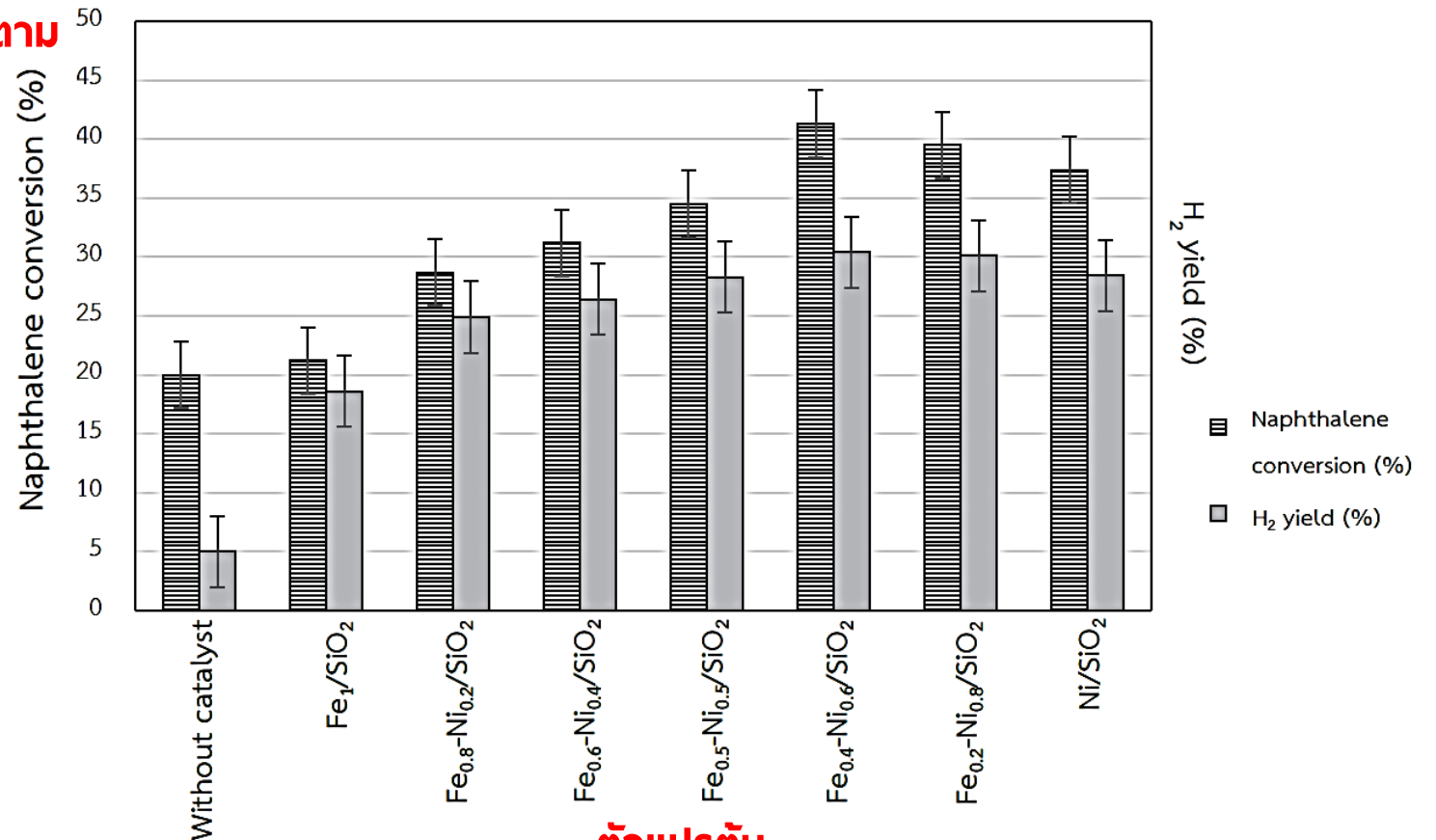
กิจกรรม: การศึกษาวิธีการสืบเสาะสร้างองค์ความรู้ของนักวิทยาศาสตร์

ตัวแปรต้น : องค์ประกอบของ catalyst

ตัวแปรตาม: %conversion

ตัวแปรตาม

ร้อยละการแปรสภาพของแนฟทาลีน



ตัวแปรต้น

สรุปกิจกรรม***

- แม้การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีหลายประเภท แต่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ทุกประเภทเริ่มต้นด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์
- กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะเป็นไปตามลักษณะของคำถามที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งขึ้น
- การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หมายถึงวิธีการที่หลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาสิ่งต่าง ๆ ทางกายภาพในธรรมชาติและเสนอคำอธิบายสิ่งเหล่านั้นด้วยข้อมูลที่ได้จากการทำงานทางวิทยาศาสตร์
- การสืบเสาะหาความรู้ยังหมายถึงกิจกรรมที่นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาสิ่งต่างๆ บนโลกนี้ได้อย่างไร (National Research Council, 1996)
- ไม่ว่าจะการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะเป็นประเภทใดและมีกระบวนการอย่างไร ผลการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ต้องสอดคล้องกับข้อมูล (หลักฐาน) ที่นักวิทยาศาสตร์เก็บรวบรวมได้

สรุปกิจกรรม

การสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

การสังเกต

เกิดข้อสงสัย/ปัญหา/ตั้งคำถาม

พิจารณาข้อมูลใหม่

คาดเดาคำตอบโดยอาศัยความรู้พื้นฐาน/ตั้งสมมติฐาน

ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

รวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือและ/หรือคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูล-หลักฐาน

ค้นหาข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านมา

ลงความเห็นจากข้อมูลหลักฐาน

สร้างคำอธิบายสิ่งที่ศึกษา/หรือปรากฏการณ์ที่ค้นพบ

ลงข้อสรุป

อธิบายเพิ่มเติมสิ่งที่ศึกษา

เผยแพร่ผลการศึกษา

กิจกรรมทบทวนความเข้าใจ

คำชี้แจง ให้นักศึกษานำ คำ/วลี/ข้อความ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้อมาเขียนคำตอบแสดงขั้นตอนของกระบวนการทางสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นแผนภาพ Flow chart และใช้การวาดลูกศรแบบต่าง ๆ (\leftarrow , \rightarrow , \uparrow , \downarrow , \nearrow , \leftrightarrow , \updownarrow) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ หรือเพื่อเชื่อมโยง คำ/วลี/ข้อความเหล่านั้น

การสังเกต

เกิดข้อสงสัย/ปัญหา/ตั้งคำถาม

พิจารณาข้อมูลใหม่

คาดเดาคำตอบโดยอาศัยความรู้พื้นฐาน/ตั้งสมมติฐาน

ศึกษากฎปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

รวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือและ/หรือคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูล-หลักฐาน

ค้นหาข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านมา

ลงความเห็นจากข้อมูลหลักฐาน

สร้างคำอธิบายสิ่งที่ศึกษา/หรือปรากฏการณ์ที่ค้นพบ

ลงข้อสรุป

อธิบายเพิ่มเติมสิ่งที่ศึกษา

เผยแพร่ผลการศึกษา

กิจกรรมทบทวนความเข้าใจ

คำชี้แจง

ให้นักศึกษานำส่งเป็นไฟล์รูปภาพ (ที่ชัดเจน) หรือไฟล์ word หรือ ไฟล์ pdf ทาง
อีเมล

Email address

ดร.บรรณรักษ์ย์ คุ่มรักษา

bannarak.khu@sru.ac.th



THE END