

Preparación de clases y actualización de conocimientos: La gnomónica a través de sus usos y sus instrumentos. Experiencias de un profesor de asignatura.

O. MUCHARRAZ G. mugo2003@mexis.com.mx
olgamg1@hotmail.com

RESUMEN

Hace diez años, surgiendo al interior de inquietudes expresadas por algunos alumnos en los cursos con contenido humanístico y social en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, la necesidad de la interdisciplinariedad se mostró como requerimiento. Conocimientos llamados de ciencias exactas o físicas y naturales se vieron entretejidos con la información de acervos provenientes de las ciencias históricas y sociales a fin de permitir una construcción explicativa del desarrollo de la ciencia y la tecnología desde la periferia colonial primero y posteriormente en la calidad de país independiente.

En el interior del espacio, en otro tiempo templo de San Francisco Javier, al seno del colegio jesuita de Tepotzotlán, en México, se puede observar un fenómeno que mezcla conocimientos astronómicos, matemáticos y religiosos. Aquí la construcción refleja la tradición de conocimientos en desarrollo a lo largo del tiempo y que han perdurado en el curso de la historia. El lugar muestra junto a una vocación religiosa, un intereses por la ciencia y su desarrollo.

Durante el solsticio de invierno, se puede ahí observar con la ayuda de un reloj de sol catrótico, la presencia de lo que puede ser considerado testimonio de construcción de un analema de luz que requiere un espacio temporal anual para ser vivido y comprendido. Con el referencial espacial, se puede así llegar a la construcción empírica-cognitiva de una lemniscata.

Este fenómeno mezcla así conocimientos astronómicos y matemáticos con la cultura religiosa, ligando así la imagen de San José, patrono de carpinteros, constructores (alarifes) y albañiles, con la imagen de Santa María de Guadalupe, emblema nacional de México y el Sagrado Corazón de Jesús, y todo ello en un espacio en el que el estudio de la luz, esto es la óptica, se muestra imponderable.

1. ANTECEDENTES

Entre las acciones previas al acto de impartir una cátedra solemos soslayar o dar por sentado aquellas que involucran el diagnóstico, la planeación y estructuración del curso mismo. Derivadas de estas actividades surgió el propósito de esta disertación. Este objetivo pretende compartir una experiencia que si bien cotidiana en la acción docente, en ocasiones puede pasar desapercibida para el mismo profesor.

Hace ya diez años, en el curso de una sesión de diagnóstico y retroalimentación, apareció en escena un cuestionamiento profundamente integrado al ser de muchos estudiosos de la ingeniería: ¿Cómo se hace un reloj de sol?

Esta sola pregunta actuó como detonador individual (y desearía que de grupos) de un impulso generador de cuestionamientos y descubrimientos personales que han contribuido al ordenamiento de una evolución en apariencia caótica principalmente en aquello reconocido como conocimiento científico.

Siendo de origen estudiosa de la historia, esta disciplina se mostraría como sustento de la investigación a la que dicha pregunta dio lugar. La interdisciplinariedad se evidenciaría como el único método posible para su definición y cabal comprensión y, la transdisciplinariedad, como el puerto seguro que habría de albergar el resultado final.

Numerosos son los textos que se ocupan del conocimiento inherente a la medición del tiempo, esto es la cronometría. Menos abundantes son aquellos que diferencian los métodos utilizados por el ser humano para la misma acción. Mucho más escasos aquellos que se ocupan de los relojes de sol y dos o tres únicamente que sean explícitos en el quehacer mismo.

2. ANALISIS DEL CASO

2.1 Presentación del tema

A lo largo de estos diez años, sistemáticamente se ha buscado entre alumnos de diversas asignaturas de la División de Ciencias Sociales y Humanidades de esta Facultad residuos de un conocimiento que se ha ido diluyendo en el tiempo. Pocos programas académicos aún contemplan el estudio de los relojes de sol.

En el sexto año de la Escuela Nacional Preparatoria dentro del Área I (Físico-matemáticas) se imparte aún, como optativo, el curso de Cosmografía.

En ese programa aparecen los relojes de sol conviviendo con temas que se encuentran en la iniciación a la astronomía, el estudio de las coordenadas celestes y terrestres, el estudio de la forma y movimientos de la tierra, el sistema solar, las estrellas, la evolución estelar y las galaxias, finalizando con los cuásares, el *big bang* y las hipótesis actuales sobre el origen y evolución del universo¹. Grande fue nuestra extrañeza al reconocer que en los umbrales del siglo XXI la mayoría de las personas en nuestra realidad nacional, desconocemos cómo construir un reloj de sol.

A pesar de que los relojes de sol se ubican en los orígenes mismos de la humanidad y formaron parte de los espacios cotidianos prehispánico, colonial e incluso independiente de nuestro país tal como lo muestran objetos, discursos y emblemas presentes hasta nuestros días el tema se diluye entre leyendas urbanas, mitos, apotegmas y sentencias.

En México, en diversos sitios arqueológicos, se puede presenciar la utilización de un obstáculo que en su proyección, ciertos días del año, proporciona la sombra necesaria para la formación de una línea que será interpretada a nivel simbólico y que esta inmersa en la construcción en el plano de la trayectoria aparente del sol. Tal es el caso de la pirámide de Kukulcán, también llamada el Castillo en Chichen Itzá, la pirámide de Los Nichos en el Tajin, o incluso de los marcadores solares prehispánicos que explora la arqueoastronomía y que están en el mismo esfuerzo (figura 1). El afán cognitivo que movió a esos pueblos también se encuentra en otras latitudes. La gnomónica colonial no esta lejos de ellos. Estudios como el siguiente constatan en nuestro territorio esta práctica desde tiempo inmemorial.

Acerca del marcador solar estudiado en *Quiringüicharo, Michoacán* se nos dice:

“Durante el equinoccio de primavera realizamos una cuidadosa medición auxiliados de una semi-estación total tipo Sokkia, a efecto de precisar efectivamente los niveles de desviación de los ejes de la cruz solar con respecto al orto heliaco. Se obtuvo una lectura de 91° 58', prácticamente paralela al eje e-w del petroglifo. ... también se tomaron referencias a otras figuras grabadas en piedra que se encuentra asociadas en medio de bloques basálticos a no más de 15 mt. de distancia. Los resultados fueron interesantes ya que se obtienen medidas coincidentales con asociación al Sol, los ejes de medición y los petroglifos.²

¹ Escuela Nacional Preparatoria, *Programa de estudios de la asignatura de Cosmografía*, Área I, Colegio de Geografía y Cosmografía, 1996, UNAM. En este punto habrá que señalar que dentro de este programa, el tema: relojes de sol esta inscrito en la Unidad IV y si bien se encuentra adscrito al Colegio de Geografía y Cosmografía, ese colegio no presenta en su plan de estudios de Geografía a nivel licenciatura, dicha materia. En la búsqueda temática en la actualidad, no se encontraron programas a nivel licenciatura que como tal integren a los relojes de sol, si bien es en la licenciatura de Geomática en la Facultad de Ingeniería donde se encontraron en términos generales, el mayor número de conocimientos aplicados.

² *Idem*



Figura 1. Vista del amanecer en el equinoccio de primavera (21-03-1998)³

En años recientes, hemos visto aparecer una bibliografía, cada vez más abundante sobre el tema de los relojes de sol. Algunos de esos textos corresponden a traducciones del italiano o del alemán⁴, algunos otros son propios de la lengua española⁵, no en todos ellos aparece la gnomónica. Muchos incluso la desconocen. Pocas, como la referencia explícita a la gnomónica en el libro de Gian Carlo Pavanello y Aldo Trincherio, *Relojes de sol. Historia, funcionamiento y construcción*, nos introduce al tema desde nuestro tiempo.

“La gnomónica es el arte de construir los relojes solares. También se puede definir, en otras palabras, como el arte y la ciencia de medir el tiempo con las sombras producidas por el Sol u otros astros; para hacerlo, esta disciplina estudia los complejos movimientos aparentes del Sol en la esfera celeste y las relaciones matemáticas y geométricas que existen entre las diversas magnitudes astronómicas”⁶.

Como trabajo de investigación el tema de los relojes de sol presento el requerimiento de una aproximación interdisciplinaria (Figura 2) que fue subsanada en gran medida por el aporte de compañeros académicos y alumnos mismos a los que hago aquí un reconocimiento.

En la investigación bibliográfica del tema, relojes de sol, hasta los inicios del siglo XX se encontró siempre adscrito a textos vinculados a la ingeniería, la navegación o la milicia y el desarrollo de la ciencia. El concepto de gnomónica por el contrario, se fue en ese mismo tiempo diferenciando cada vez más hasta quedar inscrito en saberes altamente especializados.

Hoy hemos de puntualizar: también se construyeron relojes de luna, de estrellas o de planetas y de igual manera es factible construirlos incluso para días nublados. Su vinculación con la astronomía y las ingenierías queda aún manifiesta en los

³ Nicolau Romero, Cárdenas García y Rétiz G. *Un "Marcador solar" en Quiringüicharo, Michoacán*. . En Rupestre/web, <http://rupestreweb.tripod.com/solar.html>. 2003 (fotografía integrada con autorización del autor)

⁴ Gian Carlo Pavanello y Aldo Trincherio, *Relojes de sol. Historia, funcionamiento y construcción*, Editorial de Vecchi, Barcelona, 1998, 189p. Embacher Franz, *Teoría y construcción, Relojes de sol*, 2da ed. española, Sevilla 1992, 117p

⁵ Rafael Soler Galla, *Diseño y construcción de relojes de sol*. Prontuario para la construcción de relojes de sol con la justificación de los métodos y fórmulas, Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos, Demarcación de Baleares, Colección de Ciencias, Humanidades e ingeniería No.29, Madrid, 1989, 379p.

⁶ Pavanello, *op cit*, p. 109

observatorios que coronan el edificio A de la Facultad.



Figura 2 Interrelación disciplinaria

En su obra, Pavanello nos dice: “La gnomónica es un *diálogo con el Sol, un coloquio con las estrellas*, como escribía Piero Portaluppi”. Y continúa:

“En el pasado, la gnomónica fue una profesión noble, una rama de las matemáticas y de la astronomía; es más, fue una fusión de ambas con la inspiración pictórica, decorativa e inventiva. Produjo una infinidad de relojes caracterizados por su factura y su técnica, sumamente refinadas. Cada reloj de sol no es sino un modelo del cosmos, una representación de la esfera celeste: en ella se hallan grabados o pintados todos los elementos siderales descritos en el capítulo “Nociones de cosmografía”.⁷

“El término gnomónica, utilizado como adjetivo y también como sustantivo, deriva de la denominación del elemento básico de los relojes solares, es decir, el elemento que proyecta la sombra (imagen del Sol (sic)), llamado estilo, varilla, índice, indicador o gnomon. Deriva del griego *gnómon* γνῶμων, que significa juez, indicador, que tiene conocimiento, (el término *gnome*, significa precisamente, conocimiento).

“Los artistas-científicos (sic) que profesan este arte se denominan (o mejor dicho, se denominaban) gnomonistas; en Francia se ganaron el apelativo simpático de *cherche midi*, es decir, *busca mediodías*, tal vez por su afán en perseguir el mediodía para realizar la medida fundamental de la gnomónica, la declinación de la pared, punto de partida para efectuar todos los cálculos de construcción. Aún hoy en el corazón de París, en la zona de Montparnasse y Bienvenue, existe una calle dedicada a los busca mediodías, la rue du Cherche Midi”⁸.

La sola mención del mediodía, nos implica ya reconocer las particularidades que se dan en la observación del trayecto aparente del sol, más allá del trópico de Cáncer.

⁷ En este apartado, Pavanello se refiere a: Movimientos reales y aparentes, símbolos de ángulo y de tiempo, círculos y puntos en la tierra y en la bóveda celeste, horizontes, cenit y nadir, polos terrestres y celestes, ecuador terrestre y celeste, meridianos y paralelos sobre la tierra, latitud y longitud, meridiano celeste (o vertical sur) de un punto terrestre, Movimiento real de la tierra alrededor del sol y movimiento aparente del sol alrededor de la tierra. Rotación terrestre, día sidéreo y día estelar, día solar, eclíptica, líneas apsidal, solsticial y equinoccial. Movimiento en declinación y en ascensión recta del sol durante el año trópico. Año sidéreo y año trópico. División en cinco zonas en los relojes de sol. Zodiaco: signos y constelaciones. Estaciones astronómicas y estaciones meteorológicas, *ídem* pp 53-85

⁸ *Idem*, p. 109-111.

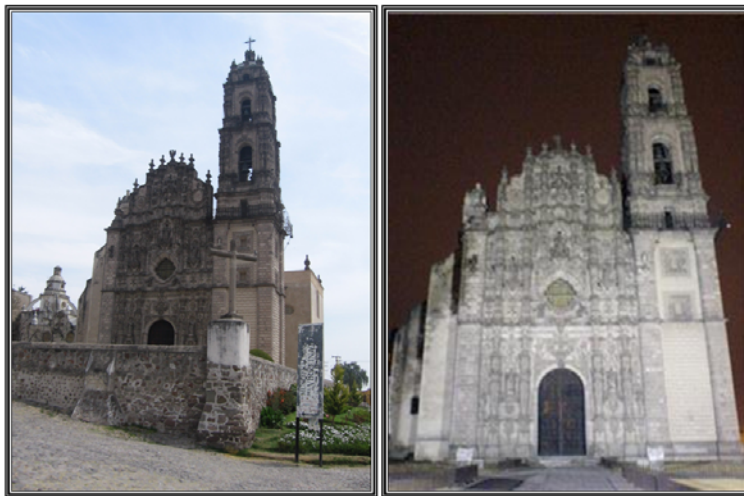
Junto a su definición de gnomónica y algunas apreciaciones personales, Gian Carlo Pavanello nos brinda también los nombres de algunos instrumentos para su práctica: compás, plomada, falso estilo para clavar en el muro, nivel, escuadra, escuadra de dos dimensiones⁹. Nombres, instrumentos e historia se desvanecen al ser desprovistos de una práctica y su evolución.

Por la naturaleza histórica de la investigación en el apartado que presentamos a ustedes para los siglos XVI a XVIII y expresamente relacionados con los relojes de sol encontramos a Cristoph Clavius y Athanasius Kircher. Ambos con obra expresa ubicada dentro de la gnomónica. *Gnomonices, libri octo* de Clavius y la *Gnomonicae Catoptrica* de Kircher. En ambos autores encontramos la diferenciación de la época entre los relojes de sol de SOMBRA o eciotéricos y CATOPTRICOS (catadióptricos).

Referido expresamente a estos relojes y su construcción encontramos en la obra de Atanasius Kircher el estudio de las cónicas. Con él habrá de hacerse vigente la validez de la obra de Apolonio de Perga sobre la Dióptrica y las cónicas al interior de los estudios coloniales en lo referente a los relojes de sol. Parábola, hipérbola y elipse eran estudiadas así en el contexto de los relojes de sol. Solo y solamente en el seguimiento de las figuras geométricas que se encontraban en esa época asociada a los relojes de sol eciotéricos o de sombra, o a los catrópticos, catoptrícos o catadióptricos, estas figuras llegan a tener una cabal comprensión. Aún subsisten en las universidades, docentes que se formaron en el conocimiento de los estudios del triángulo fundamentados en la obra de Apolonio de Perga que se prolongarían a lo largo del siglo XX.

Para nosotros en lo personal, la gnomónica se va mostrando como un modo de ver el cielo y abrir el entendimiento. El trabajo personal pretendió vincular los estudios de la historia de la ciencia, en la Nueva España, con aquellos que resultan de la construcción del conocimiento mismo. Esto es, buscó vincular las humanidades y las ingenierías.

2.2. Presentación del caso



Como parte de la investigación se hicieron observaciones diurnas y nocturnas al interior del antiguo templo de San Francisco Javier en Tepotzotlán. Este edificio forma parte de la riqueza arquitectónica del barroco colonial en México y alberga en la

⁹ *Idem* fig. p. 110

actualidad el Museo Nacional del Virreinato. A dichas observaciones se sumaron tanto docentes como alumnas y alumnos.

Llegando los jesuitas a la zona en 1580 las fechas de construcción de la iglesia se sitúan entre 1670 y 1762, cinco años antes de la expulsión de los mismos de los territorios novohispanos.

Para el estudio de la estrecha relación entre la observación astronómica y la organización religiosa se cuenta de inicio con el valioso trabajo de John *L.Heilbron*, *Astronomie et églises*. Este libro cubre ejemplos situados todos ellos en el continente europeo y en latitudes mayores a los 40 grados, mientras que el ejemplo por nosotros trabajado se encuentra situado a los 19 grados, 42 minutos, 42 seg, 19°42' 42.75" N. Esta diferencia determinara la diferencia de la presentación del fenómeno presentado.

En el interior del espacio del antes templo de San Francisco Javier del Colegio jesuita de Tepotzotlán, en México, hoy Museo Nacional del Virreinato, se puede observar un fenómeno que mezcla conocimientos astronómicos, matemáticos y religiosos que deben ser considerados en su dimensión histórica. Ahí la construcción refleja la tradición de conocimientos que se desarrollaron desde tiempos remotos y que perduraron en el curso de la historia, llegando a estas tierras de México al momento de una conquista y colonización española. El lugar, así, nos muestra su doble vocación ya mencionada: ciencia y religión al mismo tiempo que nos recuerda al ser humano y sus limitaciones temporales.

. Para este trabajo hemos reconocido que este edificio corresponde a un espacio y a un tiempo histórico que lo determino, finales del siglo XVII y principios del siglo XVIII.

Si bien se reconoce en varios estudios una geografía de lo sagrado al momento que se habla de una historia de la ciencia, la dualidad ciencia-religión, se presenta como dicotomía más no como binomio, lo cual a nuestro entender limita su comprensión histórica misma. No es nuestro objetivo ahondar en lo dicho.

El trabajo partió de la búsqueda de la construcción del conocimiento matemático a través del estudio de una obra artística arquitectónica mexicana barroca entre los siglos XVII y XVIII, mediante el reconocimiento de la observación astronómica y en apego al pensamiento matemático de la época. Reconocer la educación de Giovanni Domenico Cassini¹⁰ al interior de colegios jesuitas e identificar la práctica astronómica dentro de la congregación nos permite iniciar el acercamiento a nuestro tema. Las fechas se dan en simultaneidad con nuestro tema de estudio 1625-1714 para Cassini y para el templo.

Reconocido por nosotros el antiguo templo de San Francisco Javier en la categoría de "*horologio catroptique*", según la clasificación dada por Atanasio Kircher, el seguimiento del movimiento aparente del sol sobre el plano de lugar, e inscrito este en el interior del edificio a través de sus ventanas y la observación de los trayectos de los haces de luz al interior, se nos permite vincular el referente astronómico con el contenido religioso del lugar. El reconocimiento de la meridiana¹¹ del lugar ahí se dio.

Durante el solsticio de invierno, con la ayuda de este « *horologio catroptique* » se puede observar lo que hemos denominado: analema de luz. Vinculando las emblemáticas de los retablos de San José y Santa María de Guadalupe y con el

¹⁰ Giovanni Cassini, astrónomo genoves, estudio en escuelas jesuitas y contribuyo a la construcción de la meridiana de San Petronio en Bolonia. Director del Observatorio de Paris y poco convencido de la teoría heliocéntrica, sus estudios contribuyeron a la verificación de la tercera ley de Kepler. lleva su nombre la nave de exploración del sistema de Saturno construida por la NASA.

¹¹ Meridiana: línea que corre de norte a sur en el interior de los templos y se ilumina con un rayo de sol. Línea equinoccial que coincide con el eje de simetría de los templos como la misma basílica de San Pedro y la iglesia de San Francisco Javier en Tepotzotlán, y va corriendo de este a oeste.

referencial espacial general del recinto se puede iniciar la construcción cognitiva de una lemniscata a partir de fenómenos ópticos direccionados.

El fenómeno liga conocimientos astronómicos y matemáticos con la cultura religiosa de modo tal que: la imagen de San José, patrono del gremio de carpinteros, constructores y albañiles, se vincula, durante el solsticio de invierno con una imagen de Santa María de Guadalupe, emblema nacional de México a través de un corazón de luz que nos evoca lo mismo al Sagrado Corazón de Jesús, ligado este a las advocaciones marianas como la Purísima Concepción, o la Virgen de la Luz al mismo tiempo que nos introduce a temas diversos como serían el estudio del punto vernal entre otros.

Considerar la iconografía, dentro de la práctica religiosa, en tanto analogía críptica simple que permite la comprensión de fenómenos llamados naturales y su estudio científico y como una nemotécnica para la construcción de conceptos de naturaleza científica es parte de nuestra propuesta. Con esta propuesta se rescatan elementos que la Historia de la ciencia puede evidenciar y que pudiesen ser confundidos desde perspectivas determinadas *a posteriori* de su génesis.

Es tradicional la vinculación del estudio de los relojes de sol con la proyección ortogonal denominada analema, una lemniscata corresponde, de acuerdo a nuestra observación, a la construcción tridimensional del mismo fenómeno, sea este en un instante de tiempo corto (por ejemplo una hora cualquiera), o un instante de tiempo largo (por ejemplo un año trópico).

Nuestra observación en el lugar busco:

1. Reconstruir y analizar un paisaje del siglo XVII y principios XVIII en un contexto religioso-*proto-científico*.

2. Identificar y analizar los elementos observables de fenómenos naturales, movimiento aparente del sol, altura del mismo, puntos solsticiales y equinocciales, etc., así como su interrelación y dependencia con elementos de orden religioso que en dicho espacio se encuentran. Estas interrelaciones como se ha dicho son mayormente explicativas en el reconocimiento de su naturaleza científica y creencial.

En el primer punto se realizó:

- a. El levantamiento arquitectónico del recinto.

- b. La identificación de los fenómenos naturales ahí estudiados, así como el establecimiento de la relación existente entre algunos elementos arquitectónicos y ornamentales con dichos fenómenos, por ejemplo los orificios en las ventanas situadas en de la cúpula del ex-templo San Francisco Javier que se localizan en dirección NE y SE respectivamente, a 17.70 m aproximadamente del suelo y que coinciden en 25° en su localización con el ángulo del desplazamiento del trayecto aparente del sol, en sus puntos máximos, con respecto al eje de simetría del edificio (E-O).

- c. La observación del espacio a lo largo de un periodo del año, solsticio de invierno, que permitió encontrar la correspondencia entre el diseño octagonal de la cúpula (y su posicionamiento cardinal) con la proyección del haz de luz (un punto en superficie) en los retablos de la Virgen de Guadalupe y San José. Ésta proyección apunta, entre el 12 y el 21 de diciembre, a los pies de San José, y durante el transcurso del día se proyecta hacia la coronilla de la Virgen. Durante el trayecto, el rayo luminoso atraviesa una columna del recinto que, debido al relieve de su superficie (escalonamiento visto en planta), provoca la deformación del punto de luz, círculo, en una cardioide que apunta al norte astronómico y que se presenta como “corazón” a quien desconoce el componente científico.

La relación espacio-arquitectónico con el espacio-temporal litúrgico y de historia de la religión, al mismo tiempo que se da un vínculo con un espacio-astronómico en el sitio es solo uno de los referentes más significativos encontrados en el recinto.

Si bien reconocemos que el ejercicio de las meridianas y los relojes catróticos, en los templos, que les son inherentes, podría estaba inscrito en el deseo de corroborar la fecha de la pascua cristiana, esto no impide que en paralelo se realizase un estudio físico (óptico)-astronómico tal como lo muestra el hecho que Huygens utilizase instrumentos semejantes a los usados por Francesco Bianchini¹² quien en la Basílica de Santa Maria degli Angeli e dei Martiri construyó un reloj de sol

2.3 Conclusión del estudio del caso

Tepotztlán tiene historia y es historia. Tuvo una doble vocación: fue espacio religioso y espacio de estudio. El punto en el que esta doble vía se vinculo fue el ser humano.

Creencia y conocimiento bajo el sino del mismo actor. Un actor que es activo y participe en todos los tiempos. Un actor que conoce, aprende y comprende. Un actor que produce para si y para los que, al igual que el, viven el paisaje por el construido.

Durante un año y con participación voluntaria de algunos maestros y alumnos de la Facultad de Ingeniería se hizo la observación del sitio en las fechas que corresponden a los cambios estacionales. Como consecuencia de esas observaciones se concluye lo aquí expuesto.

- Ante la información que se extrae, por ejemplo, del hecho que la ley de la refracción (en su acepción moderna) se encuentre una doble autoría, Snell - Descartes, así como ante el hecho que en los respectivos diccionarios ingles-francés omitan a uno u otro, según la referencia, y ante la convivencia del primero con la comunidad conversa al judaísmo, de Ámsterdam, y la formación escolar de Descartes dentro de establecimientos jesuitas como el Colegio de La Fleche, se nos presenta una problemática que, ajena al quehacer científico estará presente: la formulación de la entidad nacional a partir del quehacer científico.

Lo anterior nos muestra que la adopción y difusión de un determinado esquema científico se encuentra mucho más cercana a la problemática del ámbito socio-político que al solo cuestionamiento a un paradigma científico.

- ,Encontramos que: la selección de métodos, conceptos e incluso paradigmas (solar o luno-solar) en la intersección ciencia-religión, (y no geocéntrico-heliocéntrico) en el periodo, actividad y lugar que nos ocupa, ha de buscarse por huellas, ya que no por documentos.
- La gnomónica como campo de estudio sigue vigente tal y como lo muestran los tratados que sobre el tema se desarrollan, y no esta circunscrita a espacio religioso cualquiera. La contemporaneidad del tema esta dada: por los componentes conceptuales que ahí se entrelazan, referidos estos al ámbito de desarrollo científico y tecnológico.

El conocimiento de la gnomónica se presenta como un hilo conductor adicional, para la comprensión de la construcción de la evolución del pensamiento científico y tecnológico y muestra, en ocasiones, los *enjeux* que en torno a ello se dieron.

- Al momento de la inserción de la gnomónica en el hoy espacio nacional, la problemática que ella compartió se inscribió, no solo en definiciones de hegemonías marítimas o repartos territoriales, sino que conllevo cuestionamientos sobre la construcción misma del quehacer científico y su autoría. Esto es, en el reconocimiento del conocimiento como constructo intercultural.

¹² en <http://www.newadvent.org/cathen/02541a.htm> y

http://www.santamariadegliangeliroma.it/index.htm?ramo_home=Home&lingua=SPAGNOLO

3. CONCLUSION Y PROPUESTA.

Una sola conclusión personal he podido rescatar: la preparación de las actividades docentes en estrecha vinculación con los cuestionamientos que se dan en el salón de clase permite no sólo identificar los intereses de los alumnos sino que dan al maestro la oportunidad de continuar ese trabajo permanente de actualización que se sintetiza en el aprender a aprender mismo. La propuesta es simple: siguiendo los consejos de Georges Ifrah, autor de la *Historia Universal de las Cifras* no hemos de olvidar a algunos alumnos que nos hacen una pregunta en el salón de clase.

4. BIBLIOGRAFIA.

Clavius, Christoph, *Gnomonices libri octo...* Societatis Iesu... Romae: Apud Franciscum Zanettum, 1581

Athanasius Kircher, *Primitiae gnomonicae captoptricae*, R. P. Athanasio Kircher Bvchonio è Societate Iesv.

Georges Ifrah, *Historia Universal de las Cifras*, La inteligencia de la humanidad contada por los números y el cálculo, 4ª ed. Madrid, 2001, 1996 p.

John L. Heibron, *Astronomie et églises*, Editions Bélin-Pour la science, Collection Bibliotheque scientifique, 2003, 367p.

Gian Carlo Pavanello y Aldo Trincherio, *Relojes de sol*, Historia, funcionamiento y construcción, Editorial de Vecchi, Barcelona, 1998, 189p.

Rafael Soler Galla, *Diseño y construcción de relojes de sol*, Prontuario para la construcción de relojes de sol con la justificación de los métodos y fórmulas, Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos, Demarcación de Baleares, Colección de Ciencias, Humanidades e ingeniería No.29, Madrid, 1989, 379 p.