

Actualizações no ensino da Astronomia (1)

Prof. M. Minnaert

Utrecht

I. Observações preliminares.

A Astronomia anterior a 1890 reduzia-se praticamente à parte da *Mecânica Celeste* que estuda os planetas e as estrelas duplas. Mais tarde, a fotografia astronómica permitiu o desenvolvimento da *Astronomia Estatística* e a física da radiação, o modelo de BOHR, as físicas atómica e nuclear permitiram um enorme desenvolvimento da *Astrofísica*. Gradualmente a actividade dos astrónomos foi-se concentrando no estudo da *Estrutura do Universo* e, finalmente, nos últimos anos tem sido dedicada cada vez maior atenção aos problemas da *Evolução do Universo* afim de explicar a actual estrutura do Universo pelo seu desenvolvimento histórico.

Hoje a Astronomia é uma ciência em rápida evolução. O presente período é também caracterizado pela utilização de resultados de hidrodinâmica, magnetohidrodinâmica, física dos plasmas e ainda das modernas técnicas da rádioastronomia e da investigação espacial, tendo a utilização de tais resultados e técnicas influenciado especialmente a astrofísica. É, pois, claro que a importância que

têm hoje para a Astronomia diversos assuntos é muito diferente da que tinham há um século. Assim, a Astronomia actual não se baseia principalmente na mecânica mas faz largo uso das outras partes da Física. A mecânica celeste, por exemplo, só recentemente tornou a ocupar lugar de certo relevo entre os outros ramos da Astronomia devido às suas aplicações ao cálculo de órbitas para experiências espaciais. Além de tudo isto, o uso de computadores electrónicos modificou profundamente os métodos de tratamento matemático dos problemas da Astronomia.

No que se segue indicaremos incidências que o rápido desenvolvimento da Astronomia deve ter no ensino desta ciência nas escolas secundárias e nas universidades.

II. A Astronomia nas escolas secundárias.

Em muitos países a Astronomia não é ensinada nas escolas secundárias, e, em muitos outros, o seu ensino reduz-se a algumas noções elementares sobre a Terra, a Lua e o Sistema Solar. Comparado com o estado actual da Astronomia, o ensino desta está atrasado de quase um século!

Notemos que não é estranho a este atraso o facto de a maior parte das autoridades

(1) Tradução do artigo do Prof. MINNAERT intitulado «On Modernizations in the teaching of Astronomy — specially in relation to other exact sciences» escrito para a C. I. E. S. (Commission Interunions de l'Enseignement des Sciences) — Congresso de Dakar (Doc. R — 1 — revisto em Junho de 1964).

educacionais não ter estudado ciências exatas ou, se estudaram, recordarem a Astronomia como uma parte secundária do seu curriculum constituída mormente por tópicos com pouca afinidade com os problemas que nos preocupam hoje em dia.

Na realidade, a Astronomia interessa hoje o grande público, os jornais, a rádio, a televisão, o cinema e, o que é mais importante, deve ter a maior influência na formação intelectual do homem contemporâneo. A Astronomia mostra-nos quão erróneas podem ser as conclusões sobre o mundo exterior baseadas em observações superficiais e como, pelo contrário, podem processos justos de raciocínio conduzir a pontos de vista correctos. A Astronomia revela-nos a inimaginável extensão do Universo no espaço e no tempo e oferece-nos dele um modelo que é um referencial para todas as nossas descobertas acerca da Natureza. A Astronomia mostra-nos como pode o estudo da evolução do Universo, onde nós não disfrutamos de uma posição particularmente importante, explicar a constituição actual do mesmo. Por outro lado, o estudo da Astronomia enche de orgulho a razão humana por ela ter sido capaz de investigar o espaço infinito, dá-nos confiança no futuro progresso da Ciência e, finalmente, mostra-nos a objectividade das leis naturais aplicáveis não só no laboratório mas também ao estudo das mais longínquas regiões do Universo.

As concepções mais importantes da Astronomia contemporânea podem ser ensinadas num pequeno número de horas a alunos de classes muito elementares o que não sucede, provavelmente, com nenhuma outra ciência.

A escola pode, de resto, tirar vantagens do interesse dos alunos pela Astronomia que é espontâneo e geral, tendo enorme valor educativo o facto de estes virem a ser capazes de formular perguntas para as quais a nossa ciência ainda não possui resposta.

Os alunos deverão aprender o suficiente para poderem compreender artigos de divulgação de jornais e revistas de cultura geral, parecendo razoável não especializar demais o ensino. Assim, nas escolas primárias e nos primeiros anos das secundárias o ensino deve limitar-se a conceitos elementares baseados em observações simples, podendo um curso sistemático ser feito mais tarde numa fase em que os alunos tenham maior maturidade intelectual e mais conhecimentos de Matemática e Física.

Os programas devem ser profundamente modificados afim de reflectirem os progressos da Ciência e a Astronomia deve ser ensinada por um professor especializado em Astronomia ou em Física e não por um matemático. Durante muito tempo os alunos que começam o estudo da Astronomia têm sido decepcionados pela predominância de assuntos de matemática e mecânica antiquados tais como os sistemas de coordenadas e os tédios problemas sobre a esfera celeste. Estes assuntos são designados habitualmente pelos nomes escolásticos de «Cosmografia» ou «Geografia Matemática». Sugerimos a abolição de tais designações e que sejam versados sob a designação de «Astronomia» os assuntos constantes das duas secções que seguem, atribuindo a cada uma delas o mesmo número de horas total.

- a) A estrutura do Sistema Solar: forma, dimensões e movimentos da Terra, a revolução de Copérnico, concepções modernas acerca da superfície da Lua, cometas, meteoros.

Tendo a transição do sistema geocêntrico para o sistema heliocêntrico desempenhado na história da civilização um papel tão importante, uma tal revolução deve também ter lugar no espirito dos alunos.

Recomendamos que se comece por observações directas no campo inter-

pretadas do ponto de vista geocêntrico e se mostre, depois, a necessidade de passar a interpretar os factos do ponto de vista heliocêntrico e como fazê-lo. Esta parte do curriculum não pode ser suprimida apesar de datar já de alguns séculos. Ela dará aos alunos a possibilidade de fazer observações e medidas simples com os seus próprios olhos e mãos. Devem ser feitas visitas a um planetário, se possível. De qualquer modo, podem ser construídos instrumentos muito baratos e simples, pode até ser construído um planetário óptico simplificado com recursos financeiros modestos o que é, em geral, desconhecido.

b) A estrutura do Universo: O Sol, as estrelas, a Galáxia, nebulosas e sistemas extragalácticos. Esta secção não é mais difícil que a anterior. Pelo contrário, para muitos alunos é bastante mais difícil visualizar as relações geométricas entre os círculos em astronomia esférica sendo por outro lado, extremamente excitante ensinar estes modernos assuntos pelos quais os alunos nutrem o maior interesse. Embora um astrónomo profissional necessite de conhecer perfeitamente os métodos e fórmulas da astronomia esférica, o mesmo não sucede aos alunos das escolas secundárias as quais não têm por missão prepará-los para uma carreira profissional mas sim educar o futuro cidadão para a vida.

Toda a escola secundária deve possuir um telescópio modesto com uma objectiva de 7 cm (por exemplo) devendo ter-se o maior cuidado em montá-lo de maneira estável e protegê-lo das condições atmosféricas adversas.

É natural que o interesse dos alunos seja tão grande que possam ser

encorajados a formar clubes de estudo, a ler livros de divulgação sobre Astronomia e a construir o seu próprio telescópio; existem excelentes livros para estes fins.

Os assuntos que indicámos oferecem uma excelente oportunidade de mostrar como a Matemática e a Física podem ser aplicadas ao estudo da natureza; insistimos, contudo, em que o estudo da Astronomia é, aqui, a finalidade desempenhando a Matemática e a Física o papel de auxiliares.

Neste nível requerem-se os seguintes conhecimentos:

- 1) de Matemática: conceito de função, funções exponenciais e logarítmicas, as fórmulas mais simples da trigonometria plana, aproximação de primeira ordem, perímetro e área do círculo, área e volume da esfera, derivação e integração de funções simples;
- 2) de Física: mecânica elementar, teoria cinética dos gases, lentes, prismas, redes de difracção, análise espectral, teoria da difusão (RAYLEIGH), efeito DOPPLER, leis da radiação (incluindo as de PLANCK), efeito ZEEMAN, física atómica (modelo de BOHR, excitação, ionização), síntese nuclear, electrotática, força de LORENTZ, ondas electromagnéticas.

Existem poucos livros sobre o ensino da Astronomia; citamos contudo os seguintes:

E. A. BEET: *Teaching Astronomy in Schools*. Cambridge, 1956;

H. SEITZ: *Methode und Praxis des Unterrichts in der Himmelskunde*, Heidelberg, 1957;

J. RUSSEL SMITH: *Teaching a Unit in Astronomy*, Washington, 1960;

Astronomieunterricht. Berlin — O. Verlag Volk und Wissen VEV, 1962;

Praktische Schülerübungen f. d. Astronomieunterricht. Berlin — O. Verlag Volk und Wissen, 1962;

M. E. NABOKOV: *Metodika Prepodavaniya Astronomii*. Moskva, 1955.

Nos países em vias de desenvolvimento existe a tendência de restringir os programas ao ensino de ciências que conduzem directamente a «aplicações práticas».

A experiência mostra, contudo, que a inclusão da Astronomia nos programas (o que toma apenas um pequeno número de horas aos alunos) tem uma influência estimulante sobre estes sobretudo em tais países. Ela proporcionará aos alunos uma firme crença no poder do senso comum e da Ciência, mesmo quando aplicados ao estudo das imensas regiões do Universo e lhes aumentará o sentido da dignidade humana, sentido que lhes é necessário afim de que os seus países tomem o seu lugar entre as outras nações.

III. Ensino Propedeutico da Astronomia na Universidade (para pré-graduados).

A organização dos estudos Universitários difere muito de país para país e para fixar a posição da Astronomia nos programas deve, pois, levar-se em conta tais diferenças. Em qualquer caso, é essencial que a Astronomia seja reconhecida como uma ciência entre as demais ciências, naturais ou exactas. Em cada universidade devem ser feitos cursos de Astronomia para pré-graduados de um dos dois tipos seguintes:

a) *cursos em que a Astronomia é considerada como uma disciplina principal.*

Sendo hoje tão vasto o escopo de cada ciência, a especialização torna-se inevitável. Todavia, atendendo a que descobertas importantes são frequentemente feitas graças à concorrência dos mais diversos ramos de diferentes ciências e a que os componentes de uma equipe de trabalho devem estar em condições de se compreenderem mutuamente, é necessário que os estudantes possuam uma cultura geral satisfatória. Assim, devem os primeiros anos de estudo ser dedicados a adquirir conhecimentos de ordem geral e os últimos a obter uma especialização, devendo, finalmente, o estudante concentrar-se sobre um assunto restrito afim de preparar uma tese.

O estudo da Astronomia deve começar no primeiro ano, sendo erróneo limitar a primeira parte dos estudos à Matemática e à Física. O estudante que escolhe uma carreira não pode esperar um ou dois anos para começar a estudar a ciência a que pensa dedicar-se (este ponto de vista tem, de resto, cada vez maior aceitação da parte dos responsáveis pelo ensino universitário de engenharia e de medicina).

Não sendo praticamente ensinada nas escolas secundárias, a programação do ensino da Astronomia na Universidade tem de ser diferente (mesmo que a situação melhora) daquela que costuma fazer-se para a Matemática e a Física, por exemplo. Parece-nos, pois, necessário incluir nos programas um curso sistemático de astronomia geral.

Nenhuma ciência da natureza deve ser ensinada sem que o seu ensino seja acompanhado de trabalho experimental não tanto para desenvolver o espírito de observação como, sobretudo, para

apresentar aos estudantes a realidade dos conceitos introduzidos nas lições teóricas. Os estudantes de Astronomia não podem fugir a esta regra devendo os seus trabalhos práticos consistir em observações, estudo de fotografias astronómicas e prática de cálculos astronómicos.

Paralelamente aos estudos de ordem geral é útil para os pré-graduados frequentar um curso sobre um tema mais especializado (por exemplo, órbitas dos cometas, transferência radioactiva, espectroscopia estelar) afim de se lhes poder mostrar como se trata cientificamente um problema de Astronomia.

b) *A Astronomia considerada como uma disciplina secundária.*

Atendendo a que os estudantes possuem poucos conhecimentos de Astronomia, Física e Matemática superior aquando da sua entrada na Universidade, é conveniente não especializar demais o ensino destas ciências, inicialmente, afim de lhes permitir uma mudança de carreira se as suas predilecções se modificarem.

Alguns conhecimentos de Astronomia não deixarão, aliás de ter um alto valor formativo para o futuro matemático ou físico. Para ambos será de grande interesse verificar como as ciências a que se dedicam são aplicadas a uma ciência da natureza que mais do que qualquer outra atingiu um elevado nível de precisão quantitativa.

A Astronomia foi sempre fonte de inspiração para o físico porque lhe dá a possibilidade de estudar a matéria em circunstâncias que excedem as possibilidades laboratoriais estimulando-o, além disso, as necessidades técnicas da Astronomia a encontrar novas soluções para o projecto de aparelhos.

Pode ainda suceder que muitos destes estudantes venham a estar mais tarde interessados em dedicar-se a algum capítulo especial da Astronomia. Assim, nos E. U. A. os estudantes prè-graduados têm uma larga possibilidade de escolha dos seus cursos. A Astronomia Geral elementar é aí ensinada por forma que possa ser compreendida por estudantes das mais diversas carreiras e, em muitos outros países, onde os primeiros cursos na Universidade são ministrados a um nível bastante elevado, existe um «*Studium Generale*» para estudantes de todas as faculdades onde tópicos de Astronomia são incluídos.

IV. A Astronomia na Universidade (para graduados) (2).

Há uma grande variedade de ramos da Astronomia que podem ser escolhidos como temas de cursos para graduados e, quando se estabelece um programa de estudos de Astronomia para estes estudantes, deve levar-se em conta não só as possibilidades e a orientação geral da investigação na escola como as preferências dos estudantes. Não é de aconselhar que se obrigue o estudante a conhecer um grande número de assuntos pois isso privá-lo-ia da possibilidade de desenvolver a sua iniciativa pessoal e de começar a fazer investigação científica. Muito mais importante do que o saber enciclopédico é o interesse pela Ciência e a capacidade de uma familiarização rápida com um assunto novo no qual se tenha de trabalhar inesperadamente. Se notáveis astrónomos fossem sub-

(2) Cf. também o relato do Dr. CHAMBERLAIN sobre a U. S. Conference em Indiana (Astron. Journal 68, 215, 1963).

metidos a exames sobre os diversos ramos da Astronomia, da Física ou da Matemática, os examinadores ficariam desagradavelmente surpreendidos!

Os colóquios, feitos com regularidade, são um excelente meio de apresentar assuntos que não figuram nos cursos normais:

Apresentamos em seguida uma lista de cursos possíveis para graduados que foram, em parte, sugeridos por uma nota do Prof. Bok ao Sydney Symposium de 1963. Os capítulos modernos de radioastronomia e investigação espacial são tratados em pé de igualdade com assuntos mais tradicionais.

Geofísica

Física dos planetas e satélites

Cometas

O espaço interplanetário

Investigação espacial

Mecânica celeste

O Sol

A coroa Solar

Atmosfera do Sol e das estrelas

Interior e evolução das estrelas

Espectroscopia estelar

Estrelas variáveis

Nebulosas gasosas

Espaço interestelar

Estrutura das Galáxias

Dinâmica das Galáxias

Estrelas duplas

Explosões de estrelas

Sistemas estragalácticos

Rádioastronomia

Raios Cósmicos

Cosmologia

Aparelhagem: projecto de aparelhos ópticos, electrónicos ou mecânicos, ajustamento de telescópios e acessórios.

Astronomia Prática: técnicas fotométricas (fotográficas, fotoeléctricas), movimentos próprios, paralaxes, velocidades radiais (medida e redução),

óptica e electrónica avançadas, aparelhos e observação radioastronómica.

A U. S. Conference expressou o desejo de que os estudantes se familiarizem com pelo menos duas técnicas de observação e tenham um conhecimento geral sobre as outras. Além disto, foi acentuado que é muito útil aos estudantes graduados, especialmente aos melhores, ensinar, mesmo que seja apenas durante um curto período de tempo.

É um bom método permitir que os estudantes graduados trabalhem sucessivamente com pessoal especializado em diferentes campos, por exemplo, um mês em cada assunto; deste modo ficarão fazendo uma ideia do tipo de investigação que se faz nos diversos ramos da Astronomia. Deve então ser escolhido um tema restrito cujo estudo servirá como exercício de exploração da literatura a ele dedicada permitindo, ao mesmo tempo, ao estudante fazer investigação original. Se isto for bem sucedido, obter-se-á assim um bom ponto de partida para uma tese.

No que respeita à inclusão nos programas de assuntos de Matemática ou de Física, deve ter-se em conta o facto de que, durante os últimos cem anos, a importância para a Astronomia de vários ramos da Física cresceu imenso o mesmo não sucedendo aos diversos ramos de Matemática com excepção daqueles dos quais a *Física Matemática* (*indispensável para um astrónomo*) necessita e dos que dizem respeito aos computadores electrónicos. Deve ainda ter-se em consideração o facto de que, embora o escopo da Ciência aumente rapidamente, a duração dos estudos permanece constante requerendo, pois, a inclusão de certos tópicos a exclusão de outros a menos que um método de ensino mais sintético seja descoberto. Nestas condições, evite-se que a importância atribuída nos programas à Matemática e à Física

venha a prejudicar o ensino da Astronomia propriamente dita (corre-se neste sentido um risco muito sério em alguns países europeus). Deve ainda observar-se que, entre as descobertas importantes mais recentes em Astronomia, raras são as que exigiram conhecimentos de Matemática de nível muito elevado. Foi feito um teste neste sentido com base em 83 trabalhos publicados no *Astrophysical Journal* de 1962; 60% dos trabalhos não exigiram conhecimentos de Matemática de nível superior ao cálculo infinitesimal e das probabilidades usual, 20% requereram conhecimentos de Matemática mais avançados e 20% requereram capítulos de Física Teórica que exigem, por sua vez, conhecimentos avançados de Matemática.

Mostra a experiência que os estudantes são frequentemente incapazes de utilizar os seus conhecimentos de Matemática, por exemplo, no decorrer de um curso de Física Teórica. Parece-nos, pois, razoável que certos capítulos da Matemática sejam ensinados juntamente com capítulos de Física que deles especialmente necessitam. Em qualquer caso, parece-nos útil que, durante os cursos de Matemática, se façam frequentes aplicações a problemas de Astronomia e de Física. Deve-se procurar desenvolver nos estudantes de Astronomia a capacidade de formular matematicamente os problemas astronómicos, devendo pedir-se a ajuda de um matemático se a resolução de algum problema se apresentar difícil.

Aconselhamos se incluam nos programas de Matemática para estudantes de Astronomia os seguintes tópicos que seleccionamos de acordo com uma importante comunicação de American Mathematical Society (*Amer. Journal of Physics*, 30, 569, 1962): elementos de análise, álgebra linear, probabilidades e estatística (correlação, mínimos quadrados), funções de várias variáveis, cálculo vectorial e tensorial, equações diferenciais ordinárias (funções de BESSEL e de LEGENDRE), equa-

ções em derivadas parciais da física matemática, análise de FOURIER e integral de FOURIER, noções sobre equações integrais e integrodiferenciais, utilização e programação de máquinas de calcular.

A distribuição destes tópicos pelos diferentes anos do curso deve ser, em parte, determinada pela coordenação com os cursos de Física Teórica e pelos regulamentos da Universidade.

Como foi já observado a Física é hoje a ciência que mais valioso auxílio presta ao astrónomo. Assim, nos primeiros anos do seu curso ele deve estudar especialmente: mecânica, electromagnetismo, óptica, física atómica e, menos aprofundadamente, termodinâmica; depois da graduação importa que ele estude: teoria de relatividade, física das radiações, física quântica, física dos plasmas, hidrodinâmica e aerodinâmica, teoria das partículas elementares. Naturalmente, deverá ser feita uma selecção destes tópicos de acordo com o campo da Astronomia onde o estudante pense vir a fazer investigação devendo, em qualquer caso, os estudos teóricos ser acompanhados de muito trabalho laboratorial.

Tal como sucede no caso da Matemática, os cursos clássicos de Física não estão bem adaptados às necessidades do Astrónomo pois certos temas são aí tratados com demasiado pormenor em detrimento de outros, importantes para aquele. Dois exemplos: a teoria da turbulência que é de grande importância para um astrónomo, raras vezes é tratada nos cursos de hidrodinâmica; poucas vezes no final de um curso de mecânica quântica os estudantes ficam em condições de poder calcular uma probabilidade de transição ou uma secção eficaz de interacção.

Enquanto preparam a tese ou depois de a terem feito, é conveniente que os estudantes façam um estágio noutra centro de actividade astronómica. Não é necessário para tal escolher um grande observatório porque a estadia num instituto de menores dimensões

especializado num dado campo pode ser mais útil, encontrando aí o estudante estrangeiro uma assistência mais assídua. A International Astronomical Union oferece bolsas que incluem as despesas de viagem.

O trabalho de estudo de um astrónomo não termina após a aquisição do grau de doutor; para prosseguir a investigação e tornar útil o seu ensino ele deve estar a par dos progressos feitos no seu campo de especialização e ter um conhecimento geral dos resultados mais importantes conseguidos em outros campos. Quando certo assunto inteiramente novo se torna importante, deve-lhe ser facultada a possibilidade de seguir um curso especial sobre esse tópico. A importância deste tipo de estudo pósdoctoral é reconhecida cada vez por maior número de cientistas seja qual for a sua especialidade.

É importante, sob muitos aspectos, estabelecer contactos entre estudantes graduados em Astronomia e em Física, podem ser feitos cursos especiais de Astronomia para físicos (com carácter de opção) e estabelecer relações com laboratórios de espectroscopia e de electrónica. Assim, o observatório de GREENWICH, o Mt. Stromlo Observatory e os U. S. National Radio Observatory e Kitt Peak Observatory têm realizado eficientes cursos de Verão onde bons alunos de Matemática e Física têm tido a possibilidade de participar em investigações e servir como assistentes noturnos. Sucede frequentemente que alguns deles abraçam em seguida a carreira de astrónomo.

Nos países em vias de desenvolvimento, nem sempre é possível organizar cursos especializados em todas as Universidades por falta de aparelhagem ou de pessoal. Em tais casos, deve procurar-se concentrar o ensino da Astronomia numa ou várias Universidades ou, se mesmo isto for impossível, enviar os melhores alunos a centros estrangeiros como bolseiros. Deve-se contudo procurar que:

1. Os estudantes tenham uma preparação razoável em Matemática e, sobretudo, em Física;
2. Procurar que eles regressem ao seu país garantindo-lhes aí uma posição e condições de trabalho adequadas.

V. O ensino de Astronomia nas Escolas Técnicas.

Existem três tipos de técnicos que necessitam de possuir conhecimentos profissionais de Astronomia:

1. Pilotos de Aviões e Navios (pois a navegação astronómica é ainda útil apesar dos grandes progressos feitos pela radiolocalização).
2. Vigilantes.
Em ambos os casos é necessário ensinar a astronomia esférica mas usando o mais possível modelos e métodos visuais.
3. Técnicos no campo da investigação espacial. Estes técnicos deverão possuir conhecimentos sobre os seguintes assuntos:
 - mecânica celeste elementar;
 - radiação solar e espectroscopia;
 - a ionosfera e o espaço interplanetário;
 - a Lua.

Mostra a experiência ser conveniente não limitar os cursos aos assuntos estritamente necessários para o exercício da profissão mas também incluir nos programas lições sobre temas mais gerais.

A Astronomia numa escola técnica superior costuma estar associada à Geodesia. Esta ciência que era inicialmente um belo exemplo de Matemática aplicada tem sido cada vez mais influenciada pela Geofísica e

pela Astronomia. Podem ser incluídos no seu programa os seguintes assuntos que se estão tornando cada vez mais importantes: propagação de sinais de rádio, irregularidades da rotação da Terra, relógios de quartzo, prismas-astrolábios para medidas de tempo, determinação da forma da Terra com o auxílio de satélites artificiais, anomalias da gravidade, medição da gravidade no oceano, variação da gravidade com a latitude, etc.

VI. Perspectiva de evolução do ensino da Astronomia.

Não há dúvida de que a Astronomia, que se está desenvolvendo a um ritmo vertiginoso,

obterá no futuro resultados de grande significado e interesse prático para a humanidade. O problema pedagógico mais importante que a Astronomia (ou qualquer outra ciência) tem de resolver consiste em encontrar um meio de ensinar às novas gerações os mais recentes resultados obtidos, num tempo limitado.

Esperemos, por outro lado, que uma especialização demasiado estreita não venha a excluir dos programas do ensino geral uma ciência como a Astronomia que mostra como pode o homem, com a sua inteligência maravilhosa, descobrir o Universo. A Astronomia pode, em certo sentido, ser comparada à Arte que permanecerá para sempre um tesouro da humanidade, tornando a vida digna de ser vivida.